

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
(повна назва)

Кафедра електропостачання
(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Спеціалізація «Енергетичний менеджмент та енергоефективність»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.А. Попов
«__» _____ 20__р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Беспала Наталія Григорівна**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Прогнозування розвитку локальної енергетичної системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу» _____, науковий керівник дисертації д.т.н., проф. Денисюк С.П. _____, (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання) затверджені наказом по університету від «19» березня 2019 р. № 926-с
2. Строк подання студентом дисертації 17 травня 2019 року
3. Об'єкт дослідження режими функціонування локальної енергетичної системи, методи керування системою для підвищення її енергетичної ефективності.
4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) процеси енергоспоживання локальної енергетичної системи.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити Аналіз напрямків розвитку сучасних локальних та регіональних енергетичних систем; Визначення технічної політики модернізації ЛЕС; Прогнозування енергоспоживання ЛЕС за допомогою техноценологічного підходу; Використання техноценологічного аналізу як розвиток ЛЕС за рахунок використання нового обладнання; Аналіз заміщення традиційної генерації на гнучку в ЛЕС; Формування програми модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: презентація – наочні матеріали за результатами дослідження (алгоритми розрахунків та діаграми)

7. Орієнтовний перелік публікацій

1. Денисюк С. П., Дерев'янюк Д.Г., Василенко В.І., Беспала Н.Г. Прогнозування розвитку локальної енергетичної системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу // Norwegian Journal of development of the International Science, 2019. – № 5

2. Василенко В.І., Беспала Н.Г. Прогнозування розвитку локальної енергетичної системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу // ЕНЕРГЕТИКА. ЕКОЛОГІЯ. ЛЮДИНА – №4

3. Беспала Н.Г. Основні напрямки розвитку регіональної енергетичної системи // ЕНЕРГЕТИКА. ЕКОЛОГІЯ. ЛЮДИНА – №4

8.

Консультанти розділів дисертації

Нормоконтроль

ас. Прокопенко І.Д.

9. Дата видачі завдання 18 квітня 2018 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів МД	Примітка
1.	Аналіз впроваджених методів прогнозування розвитку ЛЕС	08. 04.18-01.09.18	
2.	Напрямки розвитку ЛЕС	01. 09.18-01.12.18	
3	Оцінка потенціалу впровадження гнучкої генерації та розвитку системи з точки зору прогнозування розвитку ЛЕС	01.12.18-1.03.19	
4.	Формування програми модернізації системи енергоспоживання	01.03.19-01.04.19	
5.	Оформлення дисертації	01. 04.19-03.05.19	
6.	Оформлення реферату та презентації, проходження перевірки на плагіат та рецензування	03. 05.19-10.05.19	
7.	Передзахист МД	10. 05.19-20.05.19	
8.	Захист дисертації	20.05.19-24.05.19	

Студент

(підпис)

Беспала Н.Г.
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Денисюк С.П.
(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Тема дисертації. Прогнозування розвитку локальної енергетичної системи з формуванням програми модернізації локальної системи на основі техноценологічного підходу.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаної літератури. Дисертація містить 103 сторінки тексту, 19 таблиць, 25 рисунків та 71 бібліографічних посилань.

Актуальність теми: напрямки розвитку ЛЕС повинні базуватися на розвитку мережевої інфраструктури і генеруючих потужностей, забезпеченні задоволення довгострокового і середньострокового попиту на електричну енергію і потужність, формуванні стабільних і сприятливих умов для залучення інвестицій в модернізацію мереж. Прогнозування майбутніх показників електроспоживання дозволяє досягти найважливішого принципу формування надійної та ефективної роботи ЛЕС - забезпечення чіткого системного балансу виробництва та споживання енергії. Тому дослідження прогнозування розвитку ЛЕС є досить актуальним під час змін, що відбуваються у країні.

Мета дослідження: застосування і адаптація техноценологічного методу для прогнозування обсягів енергоспоживання локальної енергетичної системи. Формування програми модернізації локальної енергетичної системи енергоспоживання.

Задачі дослідження:

Для досягнення мети було сформульовано такі задачі:

- Аналіз напрямків розвитку сучасних локальних та регіональних енергетичних систем;
- Визначення технічної політики модернізації ЛЕС;
- Прогнозування енергоспоживання ЛЕС за допомогою техноценологічного підходу;

- Використання техноценологічного аналізу як розвиток ЛЕС за рахунок використання нового обладнання;
- Аналіз заміщення традиційної генерації на гнучку в ЛЕС;
- Формування програми модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу;
- Складення програми модернізації системи прогнозування щодо розвитку ЛЕС, як пропозицію для обленерго.

Об’єкт дослідження: режими функціонування локальної енергетичної системи, методи керування системою для підвищення її енергетичної ефективності.

Предмет дослідження: процеси енергоспоживання локальної енергетичної системи.

Наукова новизна одержаних результатів: на основі проведеного аналізу прогнозування розвитку ЛЕС було розроблено програму модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу, що дало змогу, використати програму модернізації системи як пропозицію для обленерго. На основі проведеного техноценологічного аналізу було побудовано ранговий аналіз енергоспоживання ЛЕС, проведено інтервальне оцінювання результатів аналізу та виявлено елементи ЛЕС з аномальним енергоспоживанням, що дало змогу оцінити потенціал впровадження гнучкої генерації з точки розвитку ЛЕС.

Практичне значення роботи: робота має практичне значення при проведенні реконструкції та модернізації ЛЕС використовуючи програму модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу.

Особистий внесок магістра: магістерська робота є результатом чисельного дослідження споживання теплової та електричної енергії за допомогою техноценологічного аналізу для визначення напрямків розвитку ЛЕС та формування програми модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу.

Апробація результатів дисертації: Основні положення дисертації доповідалися на XI міжнародній науковотехнічній конференції: «Енергетика. Екологія. Людина» – 24-25 квітня 2019 р., м. Київ, вул. Борщагівська 115, корп. 22. Назви доповідей: Прогнозування розвитку локальної енергетичної системи на основі техноценологічного аналізу; Основні напрямки розвитку регіональної енергетичної системи. За темою дисертації опубліковано 3 наукові праці: 3 – у наукових фахових виданнях України, з них 1 – Norwegian Journal of development of the International Science, 2 – тези доповідей у збірниках матеріалів конференції «Енегетика. Екологія. Людина».

Програмне забезпечення: у даній дисертації використовувалось наступне програмне забезпечення: MS Office: Word, Excel, Visio, MatchCAD і Statistica.

Дисертація на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2019.

У дисертаційній роботі розроблено програму модернізації локальної енергетичної системи на основі техноценологічного підходу.

Ключові слова: енергетична ефективність, модернізація, енергетична система, регіональна програма, Smart Grid, розвиток локальних енергетичних систем, DSO, техноценоз, ранговий аналіз.

SUMMARY

The topic of the dissertation. Forecasting of the development of a local energy system with the formation of a program for the modernization of the local system on the basis of the technocenological approach.

The dissertation consists of introduction, four sections, conclusion, list of used literature. The thesis contains 103 pages of text, 19 tables, 25 figures and 71 bibliographic references.

Actuality of theme. The directions of the development of forestry should be based on the development of network infrastructure and generating capacity, ensuring the satisfaction of long-term and medium-term demand for electricity and power, the formation of stable and favorable conditions for attracting investments in modernization of networks. Forecasting of future indicators of electric consumption allows achieving the most important principle of forming a reliable and effective forestry work - providing a clear system balance of production and energy consumption. Therefore, research on forestry development forecasting is very relevant during the changes taking place in the country.

The purpose of the study is the application and adaptation of the technocenological method for forecasting the volumes of energy consumption of the local power system. Formation of the program of modernization of the local power system of energy consumption.

Tasks of research

To achieve the goal, the following tasks were formulated:

- Analysis of directions of development of modern local and regional power systems;
- Definition of the technical policy of forestry modernization;
- Forecasting of forest energy consumption using technocenological approach;
- Use of technocenological analysis as forest development through the use of new equipment;
- Analysis of replacement of traditional generation to flexible in forest;

- Formation of the program of modernization of the system of energy consumption on the basis of technocenological approach;
- Completion of the program of modernization of the forecast system for the development of forest, as a proposal for oblenergo.

Object of research: operating modes of the local power system, methods of management of the system to increase its energy efficiency.

Subject of research: processes of energy consumption of the local power system.

Scientific novelty of the obtained results - On the basis of the analysis of forecasting the development of forestry, a program for modernizing the energy consumption system was developed on the basis of the technocenological approach, which made it possible to use the program of modernization of the system as a proposal for the oblenergo. - On the basis of the technocenological analysis, a rank analysis of forest energy consumption was constructed, an interval estimation of the results of the analysis was carried out, and elements of forest with abnormal energy consumption were identified, which made it possible to estimate the potential of introducing a flexible generation from the point of development of forest.

The practical significance of the results The work is of practical importance during the reconstruction and modernization of the forest using the program of modernization of the system of energy consumption on the basis of the technocenological approach.

Master's work is the result of a numerical study of heat and power consumption using technocenological analysis to determine the trends of forestry development and to formulate a program for modernizing the energy consumption system based on the technocenological approach.

Approbation of the results of the dissertation. The main provisions of the thesis were reported at the XI International Scientific Conference: "Energy. Ecology. Man". - April 24-25, 2019, Kyiv, street. Borshchagovska 115, korp. 22. Names of reports: Forecasting development of a local power system on the basis of

technocenological analysis; Main directions of development of the regional energy system.

Dissertation for master's degree in specialty 141 "Power engineering, electrical engineering and electromechanics" specialization "Energy management and energy efficiency" - National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named after Igor Sikorsky", Kyiv, 2019.

In the dissertation the program of modernization of the local power system is developed on the basis of technocenological approach.

Key words: energy efficiency, modernization, power system, regional program, Smart Grid, development of local power systems, DSO, technocenosis, rank analysis.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ	12
ВСТУП.....	13
1 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕНИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ЛОКАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ	17
1.1 Напрямки розвитку сучасних локальних та регіональних енергетичних систем.....	17
1.2 Визначення технічної політики модернізації	23
1.3 Розвиток локальних енергетичних систем згідно концепції Smart Grid	25
1.4 Роль DSO в забезпеченні оптимального функціонування та розвитку ЛОЕС.....	29
1.5 Методи техноценологічного аналізу з боку обладнання та прогнозування розвитку ЛЕС.....	34
Висновок:	37
2 НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ЛЕС	39
2.1 Розвиток ЛЕС зі сторони роботи зі споживачами	39
2.2 Розвиток ЛЕС з точки зору впровадження гнучкої генерації	44
2.3 Розвиток ЛЕС з точки зору зміни конфігурації, а саме модернізації системи енергопостачання.....	46
2.4 Врахування впливу складових розвитку ЛЕС на екологічний та соціальний фактори ЛЕС.	49
Висновок.....	54
3 ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ВПРОАВДЖЕННЯ ГНУЧКОЇ ГЕНЕРАЦІХ ТА РОЗВИТКУ ЛЕС	55
3.1 Прогнозування енергоспоживання ЛЕС за допомогою техноценологічного підходу.....	55

3.2 Використання техноценологічного аналізу як розвиток ЛЕС за рахунок використання нового обладнання	67
3.3 Оцінка потенціалу впровадження гнучкої генерації з точки зору розвитку ЛЕС.....	76
3.4 Аналіз заміщення традиційної генерації на гнучку в ЛЕС.	79
Висновок	81
4 ФОРМУВАННЯ ПРОГРАМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ	82
4.1 Розробка алгоритму прогнозування рівнів розвитку ЛЕС з врахуванням енергоекологічних критеріїв та соціальних вимог.	82
4.2 Формування програми модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу.	87
4.3 Складення результату прогнозування розвитку як пропозицій для обленерго.	90
Висновок	94
ВИСНОВКИ	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	96
Додаток А	103
Додаток Б	109

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ

АС – активний споживач;
ВДЕ – відновлювальні джерела енергії;
ГГ – гнучка генерація;
ДНЗ – дошкільний навчальний заклад;
ЗОСШ – загальноосвітня середня школа;
ЗЕЗ – заходи з енергозбереження;
ККД – коефіцієнт корисної дії;
КС – кваліфікований споживач;
СС – солідарний споживач;
ЛЕС – локальні енергетичні системи;
ПЕР – паливно-енергетичні ресурси;
РП – регіональні програми;
РГ – розосереджена генерація;
ЄС – Європейський Союз;
DSO – Distribution system operators, оператори системи розподілу;
DSM - Demand Side Management,
Smart Grid - інтелектуальна мережа.

ВСТУП

Задача зниження рівня втрат електроенергії є важливою складовою частиною більш загальної задачі зменшення енергоспоживання і ефективного використання енергетичних ресурсів спонукає до прийняття нормативно-правових актів та програмних документів як на державному, так і на регіональному рівнях, в яких ставиться завдання підвищення енергоефективності. Можливості та напрями розвитку відновлюваної енергетики на конкретних територіях відображають відповідні регіональні програми та стратегії.

Дієвими шляхами модернізації локальної енергетичної системи та підвищення енергоефективності є розвиток системи з точки зору розвитку: з відновлюваних джерел, зміни конфігурації та модернізації систем постачання енергії, зміни техніки та технологій генерації.

Раніше питаннями прогнозування енергоспоживання займалися Гнатюк В. І., Фуфаєв В. В., Прокопчик В. В.[1-3]. Питаннями розвитку регіональних енергетичних систем займалися Солоніцин А. Г., Малишев Е. А. та Бутковський І. П. .[4-7]. Дані питання розглянуто не в повному обсязі і вони потребують доопрацювання.

Модернізація та інноваційний розвиток енергетичних систем з використанням новітніх технологічних рішень і систем повинні починатися з інфраструктури - в першу чергу саме ці перетворення повинні стати каталізатором подальшого розвитку всієї енергетики.

Актуальність теми: напрями розвитку ЛЕС повинні базуватися на розвитку мережевої інфраструктури і генеруючих потужностей, забезпеченні задоволення довгострокового і середньострокового попиту на електричну енергію і потужність, формуванні стабільних і сприятливих умов для залучення інвестицій в модернізацію мереж. Прогнозування майбутніх показників електроспоживання дозволяє досягти найважливішого принципу формування надійної та ефективної роботи ЛЕС - забезпечення чіткого

системного балансу виробництва та споживання енергії. Тому дослідження прогнозування розвитку ЛЕС є досить актуальним під час змін, що відбуваються у країні.

Мета дослідження: застосування і адаптація техноценологічного методу для прогнозування обсягів енергоспоживання локальної енергетичної системи. Формування програми модернізації локальної енергетичної системи енергоспоживання.

Задачі дослідження:

Для досягнення мети було сформульовано такі задачі:

- Аналіз напрямків розвитку сучасних локальних та регіональних енергетичних систем;
- Визначення технічної політики модернізації ЛЕС;
- Прогнозування енергоспоживання ЛЕС за допомогою техноценологічного підходу;
- Використання техноценологічного аналізу як розвиток ЛЕС за рахунок використання нового обладнання;
- Аналіз заміщення традиційної генерації на гнучку в ЛЕС;
- Формування програми модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу;
- Складення програми модернізації системи прогнозування щодо розвитку ЛЕС, як пропозицію для обленерго.

Об'єкт дослідження: режими функціонування локальної енергетичної системи, методи керування системою для підвищення її енергетичної ефективності.

Предмет дослідження: процеси енергоспоживання локальної енергетичної системи.

Наукова новизна одержаних результатів: на основі проведеного аналізу прогнозування розвитку ЛЕС було розроблено програму модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу, що дало змогу, використати програму модернізації системи як пропозицію для

обленерго. На основі проведеного техноценологічного аналізу було побудовано ранговий аналіз енергоспоживання ЛЕС, проведено інтервальне оцінювання результатів аналізу та виявлено елементи ЛЕС з аномальним енергоспоживанням, що дало змогу оцінити потенціал впровадження гнучкої генерації з точки розвитку ЛЕС.

Практичне значення роботи: робота має практичне значення при проведенні реконструкції та модернізації ЛЕС використовуючи програму модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу.

Особистий внесок магістра: магістерська робота є результатом чисельного дослідження споживання теплової та електричної енергії за допомогою техноценологічного аналізу для визначення напрямків розвитку ЛЕС та формування програми модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу.

Апробація результатів дисертації: Основні положення дисертації доповідалися на XI міжнародній науковотехнічній конференції: «Енергетика. Екологія. Людина» – 24-25 квітня 2019 р., м. Київ, вул. Борщагівська 115, корп. 22. Назви доповідей: Прогнозування розвитку локальної енергетичної системи на основі техноценологічного аналізу; Основні напрямки розвитку регіональної енергетичної системи. За темою дисертації опубліковано 3 наукові праці: 3 – у наукових фахових виданнях України, з них 1 – Norwegian Journal of development of the International Science, 2 – тези доповідей у збірниках матеріалів конференції «Енегетика. Екологія. Людина».

Програмне забезпечення: у даній дисертації використовувалось наступне програмне забезпечення: MS Office: Word, Excel, Visio, MatchCAD і Statistica.

Дисертація на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Енергетичний менеджмент та енергоефективність» – Національний

технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, 2019.

У дисертаційній роботі розроблено програму модернізації локальної енергетичної системи на основі техноценологічного підходу.

Ключові слова: енергетична ефективність, модернізація, енергетична система, регіональна програма, Smart Grid, розвиток локальних енергетичних систем, DSO, техноценоз, ранговий аналіз.

1 АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕНИХ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ЛОКАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

1.1 Напрямки розвитку сучасних локальних та регіональних енергетичних систем. ЛЕС

Одним з важливих чинників розвитку енергетичних систем вважають наявність і повномасштабну реалізацію програм енергозбереження, тобто ряду заходів, які дозволяють підвищити енергетичну ефективність виробництва і споживання енергії [1-3].

В сьогоденних умовах соціально-економічного розвитку в зв'язку з проведенням реструктуризації і реформування енергетики виникає необхідність розвитку і вдосконалення методів та інструментарію системних досліджень в енергетиці. Зазначені обставини в значній мірі стосуються проблем управління розвитком енергетики в умовах невизначеності, найважливішими з яких є [2-4]:

- прогнозування рівнів і режимів енергоспоживання;
- обґрунтування розвитку локальної енергетичної системи;
- забезпечення надійного функціонування локальної енергетичної системи в складі Єдиної енергетичної системи України ;
- досягнення необхідного балансу між виробництвом і споживанням електричної та теплової енергії в енергосистемі.

Локальна енергетична система (ЛЕС) - це тип систем для передачі енергії в місця споживання, або в безпосередній близькості від них, з максимальним використанням відновлюваних (альтернативних) і місцевих ресурсів енергії [1].

Дієвими способами модернізації ЛЕС і підвищення енергоефективності є розвиток системи з точки зору впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), зміни конфігурації і модернізації систем постачання енергії, зміни техніки і технологій генерації.

Серед питань прогнозування розвитку ЛЕС, які значним чином впливають на соціально-економічне становище та знаходяться в компетенції локальних органів влади, слід віднести розвиток енергетичної інфраструктури, підвищення ефективності виробництва та споживання енергії, оптимізація енергоспоживання, в першу чергу, за рахунок збільшення використання власних видів ПЕР та нетрадиційних відновлюваних джерел енергії, дотримання існуючих екологічних норм, а в подальшому, перехід до сталого розвитку. В загальному плані, існуючі системи енергозабезпечення локальних енергетичних систем мають певні вади, які формують технічні, фінансово-економічні, соціально-політичні та адміністративно-управлінські проблеми, більшість з яких можна визначити як загрози енергозабезпеченню локальної енергетичної системи. До таких загроз слід віднести [4,5]:

- недосконалість процесів організації та управління енергозабезпеченням локальної енергетичної системи;
- зношеність й технологічна відсталість об'єктів генерації електричної і теплової енергії, транспортних та розподільчих мереж електричної і теплової енергії та природного газу;
- значні втрати при виробництві, транспортуванні, розподілі й особливо при споживанні енергії;
- незадовільне фінансове становище більшості об'єктів локальної енергетики;
- значна нерівномірність розташування об'єктів генерації;
- відсутність достатніх коштів для модернізації й розвитку енергетичних об'єктів;
- значний рівень монополізації локального енергопостачання (електричної та теплової енергії);
- високий рівень забруднення довкілля енергетичними підприємствами та недостатній рівень використання місцевих вторинних енергетичних ресурсів і відновлюваної енергетики.

Саме цією низкою факторів обумовлений незадовільний рівень енергоефективності локальних енергетичних систем. Слід зазначити, що економічна складова керування енергоефективністю повинна включати компоненти, для керування цими факторами.

Концепція розвитку ЛЕС повинна виконувати наступні функції [4,6]:

- контроль енергоспоживання;
- енергетичне прогнозування енергоспоживання;
- керування енергоефективністю функціонування локальної системи;
- заходи з енергозбереження, які впроваджуються після аналізу проведених розрахунків;
- контроль і регулювання, спрямоване на підтримання оптимальних параметрів енергоспоживання.

Енергоефективність - позитивний вплив на навколишнє природне середовище в результаті скорочення споживання енергії та аспекти, пов'язані з безпекою постачання, і пов'язані з ними витрати на розподіл [5].

Дієвими шляхами модернізації локальної енергетичної системи та підвищення енергоефективності є розвиток системи з точки зору розвитку: з відновлюваних джерел, зміни конфігурації та модернізації систем постачання енергії, зміни техніки та технологій генерації [6].

Модернізація та інноваційний розвиток енергетичних систем з використанням новітніх технологічних рішень і систем повинні починатися з інфраструктури, в першу чергу, саме ці перетворення повинні стати каталізатором подальшого розвитку всієї енергетики [7].

Прогнозування розвитку ЛЕС повинна бути всебічною з точки зору найважливіших параметрів. Тому є доречним застосування критеріїв, за допомогою яких оцінюється подальший рівень розвитку системи.

Для впровадження енергозберігаючих технологій та нетрадиційних джерел енергії необхідно провести прогнозування можливості розвитку локальної системи. Після верифікації та підготовки даних, на основі

прогнозування енергоспоживання, можна провести подальше оцінювання потенціалу впровадження енергозберігаючих технологій та нетрадиційних джерел енергії [8].

На даний час в регіонах України та закордоном (в Російській Федерації) діють Регіональні Програми (далі - РП) на 2018-2025 рр. [9-13]. Підвищення ефективності і надійності функціонування комунальної енергетики регіону планується здійснити шляхом модернізації тепло-генеруючого обладнання, залучення в енергетичний обіг вторинних поновлюваних джерел енергії, впровадження сучасних енергоефективних технологій.

Досвід розробки регіональних програм розвитку енергетики заслуговує окремої уваги, адже від них великою мірою залежить просування проектів з використання відновлюваної енергетики на регіональному й місцевому рівнях. В регіональних програмах у сфері енергетики починають з'являтися перші приклади планування заходів з використання відновлюваних джерел енергії.

Регіональна цільова економічна програма енергоефективності у місті Києві, а саме План заходів з реалізації Стратегії розвитку міста Києва до 2025 р [9] розроблена відповідно до Стратегії сталого розвитку України на період до 2030 року [10]. Ця програма містить досить вичерпний аналіз можливостей використання потенціалу розвитку області. В ній чітко окреслені заходи з розвитку.

У Київській області на даний час діє Обласна комплексна програма енергоефективності та енергозбереження на 2018–2025 рр. [11]. Основною метою впровадження є реалізація РП технічної реконструкції виробництва, сформульованої у інвестиційних планах, - через впровадження прогресивних технологій виробничих процесів, удосконалення організаційної структури, перехід на більш високий рівень організації виробництва шляхом залучення інвестицій.

В основу РП покладено впровадження інвестиційних планів, що спрямовані на досягнення максимального ефекту зі скорочення рівня

технологічних витрат електроенергії - комплексу організаційних та технічних заходів із зниження технологічних витрат електроенергії [12,13].

Зменшення енергоємності продукції та послуг РП передбачається досягти за рахунок впровадження сучасних технологій, обладнання і устаткування, а також зменшення витрат енергоресурсів. Для розвитку ЛЕС необхідно зіставлення схожих впроваджених заходах регіональних цільових економічних РП енергоефективності [11-14]. Впровадженні заходи в регіонах проаналізовані в табл. 1.1 і табл. 1.2, в містах Київ і Москва, і в Київській та Белгородській областях [10-14].

Таблиця 1.1 – Порівняння впроваджених заходів, спрямованих на розвиток ЛЕС в Києві та Москві

Назва регіону	Схожі заходи, які описані в регіональних програмах міст Києва та Москви	Заходи, які застосовуються тільки виділеного регіону
м. Київ	Технічний розвиток, модернізація та будівництво електричних мереж та обладнання	Відшкодування частини суми кредиту, залученого об'єднанням співвласників багатоквартирних будинків на впровадження енергоефективних заходів
	Заходи по зниженню та/або недопущенню понаднормованих витрат електроенергії	Впровадження АСКОВЕ для споживачів-юридичних осіб
м. Москва	Модернізація газових електростанцій	Побудова ізольованих введів в індивідуальні житлові будівлі.
	Модернізація централізовано опалювальних будівель сфери послуг	Підвищення енергоефективності залізничного транспорту
	Модернізація систем гарячого водопостачання сфери послуг	Підвищення енергоефективності метрополітену
	Модернізація систем освітлення в житлових будівлях	Переведення автобусів на гібридні аналоги
	Модернізація котелень	Переведення легкових автомобілів на гібридні аналоги

Таблиця 1.2 - Порівняння впроваджених заходів у Київській та Белгородській областях

Назва регіону	Схожі впровадженні заходи, що направлені на розвиток системи	Інші впровадженні заходи по регіонам
Київська область	Технічний розвиток, модернізація та будівництво електричних мереж та обладнання	Модернізація програмно-технічних засобів автоматизації оперативно-диспетчерського
	Заміна теплових мереж за новими технологіями	Оптимізація схем нормальних режимів експлуатації електричних мереж.
Білградська область	Впровадження частотно-регульованого приводу	Реконструкція та модернізація електростанцій на наступних видах палива: газ, тверде паливо, мазут
	Оснащення приладами обліку використовуваних енергетичних ресурсів	Реконструкція повітряних ліній середньої і низької напруги 35-0,38 кВ
	Комплексний енергозберігаючий капітальний ремонт багатоквартирних житлових будинків	Заміна двигунів в системах водопостачання і водовідведення на енергоефективні

У таблицях 1.1 і 1.2 виділяються заходи, які зустрічаються в РП і є схожими, а також ті заходи, що застосовуються тільки виділеного регіону. Вартість впроваджуваних заходів в містах Київ і Москва становлять 4511673 і 50489496 млн євро, а в Київській та Белгородської областях - 8572081 і 69266583 млн євро. Кошти, що виділяються відрізняються і це залежить як від розміру регіону так і впроваджених заходів.

РП містять аналіз можливостей використання потенціалу розвитку регіонів. В них чітко окреслені заходи з розвитку ЛЕС, які визначають напрямки розвитку сучасних локальних та регіональних енергетичних систем. Підвищення ефективності та надійності функціонування енергетики регіону планується здійснити шляхом модернізації теплогенеруючого обладнання,

залучення в енергетичний оборот відновлювальних джерел енергії (далі – ВДЕ), впровадження сучасних енергоефективних технологій та обладнання на принципах сталого розвитку.

1.2 Визначення технічної політики модернізації

Інновації в сфері енергетичних технологій можуть принести більше користі і полегшити трансформацію енергетичного сектора, однак для цього необхідні сильні політичні сигнали. Таким чином підтримка інновацій в енергетиці, тобто підтримка більш масштабного застосування доступних технологій і подальшого розвитку технологій на стадії розробки, може сприяти реалізації політичних цілей і в той же час забезпечувати постачання безпечної, надійної і доступної енергії [15].

Значного прогресу в розвитку та впровадженні нових технологій вдалося досягти там, де політичні заходи чітко продемонстрували цінність технічних інновацій, наприклад, фотовольтаїчні перетворювачі сонячної енергії, наземні вітроелектростанції, електричний транспорт і системи накопичення і зберігання енергії [16,17].

Енергетичні технології взаємодіють один з одним, тому їх розвиток і впровадження повинно проводитися паралельно. Доступні, безпечні і стійкі енергетичні системи характеризуються більш високою різноманітністю джерел енергії і в більшій мірі спираються на розосереджену генерацію (РГ). Отже, РГ повинні володіти більш високим рівнем інтеграції, та керування ними необхідно за допомогою системного підходу. Все це може підвищити ефективність і скоротити системні витрати, проте РГ потребують використання більш широкого спектра технологій і видів палива. Разом з тим успіх буде залежати не тільки від відокремлених технологій, а й від функціонування енергетичної системи в цілому [18].

Технічний прогрес неможливий без сильної і узгодженої політичної підтримки. У той час як економічна конкурентоспроможність нових технологій зростає, політичні стимули часто не надають досить сильного впливу на ринки, щоб направити технологічні рішення в потрібне русло.

Забезпечення підтримки інновацій на всіх етапах є важливою складовою технологічного прогресу: від ранніх досліджень і до повноцінних демонстрацій і впровадження. Перехід до нової енергетичної системи, забезпечують як поліпшують, так і базисні інновації. Важлива роль держав полягає в тому, щоб забезпечити передбачувану і довгострокову підтримку протягом усього процесу: від фундаментальних і прикладних досліджень до розвитку, демонстрації та впровадження. При розподілі ресурсів між різними технологіями необхідно враховувати не тільки можливості та труднощі на шляху інновацій як в короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі, а й брати до уваги рівень розвитку технологій (рис. 1.1) [19].

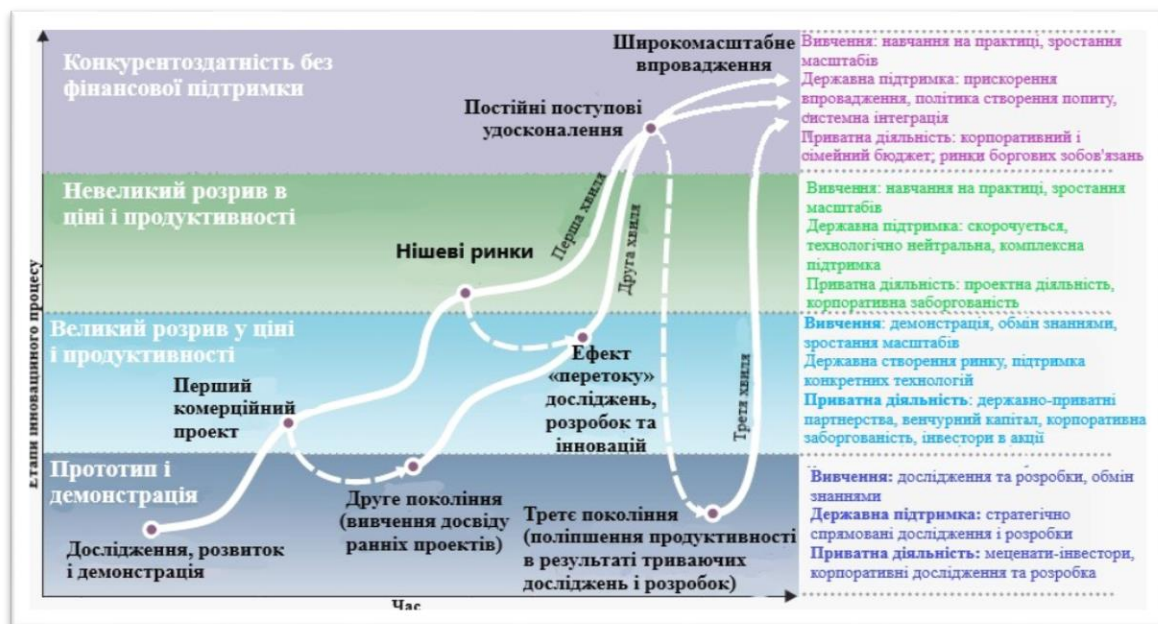


Рисунок 1.1 - Енергетичні технології: етапи інноваційного процесу

Для того щоб найбільш оптимально вирішувати численні проблемами і домогтися реалізації політичних цілей в енергетичному секторі, вкрай важливо розглядати такі варіанти довгострокових перетворень, які б враховували цілі в області енергетичної безпеки, зміни клімату та якості повітря, а також забезпечити прогрес у здійсненні цих змін.

Спільні інноваційні програми, щодо технічної політики, створюють ринкові можливості вигідні як для виробників технологій, так і для тих, хто їх використовує. При цьому вони допомагають глобальним енергетичним системам забезпечити найбільш ефективний з точки зору витрат процес перетворень. Співпраця з місцевими зацікавленими сторонами в питаннях створення і зміцнення потенціалу та обміну передовим досвідом може забезпечити підтримку заходам, яких вживає на місцях і враховує місцеві особливості [19,20].

Державна підтримка повинна передбачати механізми оцінки своєї ефективності і охоплювати всі етапи інноваційного процесу (в тому числі дослідження, розробку, демонстрацію і впровадження), щоб стимулювати як поліпшують, так і базисні інновації, а також забезпечувати заходи щодо впровадження окремо взятих технологій.

Структура ринків і механізми регулювання повинні використовувати можливості, що з'явилися в результаті полегшення доступу до інформації в енергетичній сфері, щоб створити умови для нових моделей торгових операцій з енергоносіями. Слід забезпечити більш ефективний інституційний діалог і координацію дій між національними, регіональними та місцевими органами управління, так само як і з іншими зацікавленими колами в енергетичному секторі, щоб прискорити перетворення в енергетиці [20].

Більш тісний контакт між сферою цифрових технологій і енергетичним сектором відкриває нові перспективи і створює нові ризики. Для того щоб застосування цифрових технологій в енергетичному секторі було найбільш раціональним і економічно ефективним, необхідно підвищити якість даних і аналітичних підходів.

1.3 Розвиток локальних енергетичних систем згідно концепції Smart Grid

Модернізація та інноваційний розвиток енергетичних систем з використанням новітніх технологічних рішень і систем повинні починатися з

інфраструктури, в першу чергу, саме ці перетворення повинні стати каталізатором подальшого розвитку всієї енергетики.

Концепція Smart Grid - є комплексом технологій, технологічних процесів, улаштувань та додатків, за допомогою яких створюються електронні комунікації нового покоління. Впровадження концепції Smart Grid є повністю інтегрованою, саморегулюючою і само відновлюваною електроенергетичною системою, що має мережеву топологію і включає в себе всі генеруючі джерела, магістральні та розподільні мережі і всі типи споживачів електричної енергії, керовані єдиною мережею інформаційно-керуючих пристроїв і систем в режимі реального часу [22-24].

Інтелектуальна мережа (Smart Grid) - це мережа електроенергії, яка може розумно інтегрувати поведінку та дії всіх своїх користувачів для забезпечення сталого, економічного та безпечного постачання електроенергії. Як інструмент, що забезпечує настільки необхідну гнучкість, інтелектуальні мережі надають потенційні вигоди всім ланцюгам енергетичної системи [23].

Слід враховувати, що реалізація нових технічних рішень може викликати суттєві проблеми, зумовлені несумісністю нового та існуючого обладнання і технологій, витратами на обслуговування та експлуатацію, тощо.

Концепція Smart Grid передбачає перетворення не тільки основних елементів електроенергетики (генерацію, передачу, розподіл), але й всієї системи енергозабезпечення в цілому. У подальшому розвиток електроенергетики повинен бути спрямований на створення нових функціональних властивостей енергосистеми, у визначенні шляхів розвитку яких повинні взяти участь усі зацікавлені сторони [23, 24].

Між усіма учасниками енергетичного ринку Smart Grid повинна підтримувати не тільки енергетичні, але й інформаційні, економічні та фінансові взаємовідносини. У майбутньому нова система буде подібна до сучасних глобальних інформаційно-обчислювальних мереж.

Концепцію Smart Grid необхідно розробляти на науковому, нормативно-правовому, технологічному, організаційно-управлінському та

інформаційному рівнях. Тоді, впровадження інтелектуальних енергосистем дає можливість трансформації та переходу до нового укладу в електроенергетиці, оскільки відбувається процес інтеграції різних за своїм призначенням мереж (інформаційної, комунікаційної та електричної) для надання системі електропостачання нових властивостей [24].

У більшості країн держава виступає одним із ініціаторів та інвесторів Smart Grid. Значний інтерес до участі в програмах та проектах стосовно досліджень та розробок інтелектуальних енергосистем виявляють провідні виробники електрообладнання та компанії, що працюють у сфері інформаційно-комунікаційних технологій.

Технології Smart Grid здатні вирішити такі проблеми, як доступність енергії, ефективне її використання.

В Україні на даний час електричні мережі працюють за принципом (генератор – системоутворюючі електричні мережі – розподільні електричні мережі – споживачі). Системоутворюючі мережі в більшості випадків закільцьовані, а розподільні електричні мережі складаються із радіальних ліній з одностороннім живленням [25].

Концепція Smart Grid пропонує інший принцип побудови. Це система генератор – лінія передавання – споживач, але споживач приймає участь у виробництві та перерозподілі енергії.

Особливістю альтернативних джерел електроенергії джерел є їх відносно невелика потужність і нестабільність параметрів потужності, що генерується. Очевидно, що для стабілізації параметрів таких джерел та їх автоматичної синхронізації з мережею необхідні досить "інтелектуальні" керуючі пристрої [25, 26].

Паралельно зростаюча стурбованість з приводу нанесення екологічного збитку викопного палива електростанцій, які призводять до порушення водного і екологічного балансу призвела до бажання використовувати більшу кількість відновлюваних джерел енергії [27].

Такі джерела як вітроенергетика та сонячна енергетика є змінними, і тому виникає потреба в більш складних системах управління, для полегшення їх підключення до джерел високого ступеня керованої мережі. Потужність від сонячних батарей ставить під сумнів необхідність великих, централізованих електростанцій.

В зв'язку з ситуацією в країні, вірогідність підвищення навантажень мережі, зношування систем, збільшення кількості об'єктів, що вимагають підвищеної надійності електропостачання впливає не кращим чином на розвиток ЛЕС.

На сьогодні існує два основні сценарії розвитку енергосистем [28]:

- підвищення надійності за рахунок резервного підключення іншого виду джерел для мінімізації збитку при аварійних подіях. При цьому, пропускна здатність, ресурс основних елементів при номінальних режимах будуть використані мінімально, що призведе до відносного подорожчання мережевої інфраструктури;

- впровадження Smart Grid, пов'язано з поєднанням комплексних інструментів управління, контролю, моніторингу та комунікації дозволяє забезпечити значно вищу продуктивність і надійність мережі, підвищення якості енергії.

У країнах ЄС для впровадження Smart Grid, з точки зору розвитку розподілених мереж, розробили проект, в якому потрібно зробити 10 кроків, багато з яких тісно взаємопов'язані і будуть розвиватися одночасно.

Так як, розвиток 10 кроків проходить одночасно, то їх об'єднують у три етапи розвитку [29].

I етап. Сприяння - як на національному рівні, так і на рівні ЄС, включає в себе такі кроки:

- 1 крок. Забезпечення регуляторних стимулів для інноваційних інвестицій у мережу;

- 2 крок. Розробка моделей ринку;

3 крок. Встановлення стандартів та забезпечення захисту даних та конфіденційності;

4 крок. Тестування через демонстраційні проекти та обмін знаннями;

II етап. Розгортання в державах-партнерах:

5 крок. Тиражування Smart Metering - Поінформовані клієнтів;

6 крок. Моніторинг та управління мережею та розподіленою генерацією;

7 крок. Перехід до комплексного місцевого та центрального балансування всіх поколінь;

8 крок. Агрегація розподілених джерел енергії ;

III етап. Комерціалізація в державах-партнерах:

9 крок. Інтеграція широкомасштабної електронної мобільності, опалення, охолодження та зберігання;

10 крок. Перехід до реальної участі клієнта на енергетичному ринку.

Фаза сприяння – це розробка моделей регулювання та ринку, стандартизацію та тестування перспективних проектів. На цьому етапі на другому етапі розгортання проводиться масштабне впровадження, зокрема, функцій «розумного управління мережею» та «розумної інтегрованої генерації» в енергетичній системі. На етапі впровадження та комерціалізації з'являться нові послуги комерційних сторін [29,30].

Впровадження концепції Smart Grid є поступовим і послідовним процесом, яка повинна включати клієнтів, а також постачальників і виробників енергії. Для підтримки переходу від традиційної до нової гнучкої генерації та впровадження Smart Grid протягом наступних 10 років. ці 10 кроків сприятимуть успішній енергетичній політиці ЄС з точки зору стійкості, безпеки постачання та конкурентоспроможності.

1.4 Роль DSO в забезпеченні оптимального функціонування та розвитку ЛОЕС

Забезпечення енергетичного переходу та забезпечення стабільності мережі в контексті розосередженого виробництва відіграють суттєву роль

оператори систем розподілу (Distribution system operators - DSO). DSO є організаціями, що залучають найбільші обсяги інвестицій у реалізацію проектів Smart Grid [30,31].

DSO відіграватимуть все більш важливу роль у сприянні ефективному функціонуванню роздрібних (локальних) ринків, надаючи кінцевим користувачам енергії можливість вибрати кращі енергетичні контракти та дозволити роздрібним компаніям пропонувати варіанти послуг, які найкраще відповідають потребам споживачів. Тобто, відповідає оптимальному функціонуванню та розвитку ЛЕС.

DSO є операційними менеджерами мереж розподілу енергії, що працюють на низьких, середніх і, в деяких країнах, високих рівнях напруги. Трансмісійні мережі транспортують великі обсяги високої напруги на великих відстанях, часто від великих електростанцій до околиць великих міст або промислових зон, де вона перетворюється на більш низькі напруги, розподілені по всіх кінцевих користувачів через розподільчу мережу. Підземні та підземні кабелі, що ведуть до вашого будинку або бізнесу, експлуатуються DSO [31].

Основні обов'язки DSO - це безпека постачання та якість обслуговування залишаються незмінними, але для того, щоб продовжувати забезпечувати їх, DSO повинні розвиватися, стаючи все більш активними менеджерами мережі. Для цього DSO потребують більшого інструментарію та адаптованої законодавчої та регуляторної бази. Також можна виділити чотири принципи діяльності DSO [32]:

- 1 Керування своєю діяльністю таким чином, що відображає розумне очікування користувачів мережі та інших зацікавлених сторін, включаючи новий бізнес моделі

- 2 Виступати в якості нейтрального посередника у проведенні свого ядра функції.

- 3 Діяти в інтересах суспільства, беручи до уваги витрати та вигоди.

4 Споживачі володіють своїми даними, і DSO повинні визнати це при обробці даних.

Водночас, оператори розподілу електроенергії вже стикаються з проблемами, пов'язаними зі збільшенням частки періодичної та децентралізованої генерації відновлюваних джерел. Враховуючи вплив, який це матиме на дистриб'юторську мережу, технічні стандарти, пов'язані з підключенням та встановленням, є надзвичайно важливими для дистрибуційного бізнесу. Крім того, інтелектуальні електромережі вимагатимуть більш високого рівня автоматизації порівняно з мережами сьогодні. Інтелектуальна електромережа від завтрашнього дня відрізняється від існуючої дистриб'юторської мережі тим, що вона буде оснащена широкими можливостями телекомунікацій [33].

Телекомунікації для Smart Grid не повинні обмежуватися сегментами доступу (як для мобільних, так і для фіксованих мереж). Насправді всі частини телекомунікаційної інфраструктури повинні бути однаково враховані, тобто основою, носієм, доступом і наданням / наданням послуг. DSO не рекомендують будь-яку попередньо визначену домінуючу телекомунікаційну технологію: всі дротові (волоконно-оптичні, мідні, електромережі), радіолінії (дуже висока частота, надвисока частота, мікрохвильова піч), супутникові лінії, провідні та бездротові технології, з точки зору їх ефективності та питань кібербезпеки.

Також точки зору DSO найбільш важливими є [34]:

- однозначна ідентифікація об'єктів в межах розглянутої мережі; для цього необхідно використовувати спільну систему ідентифікації об'єктів, включаючи всі сітки, що беруть участь у розумній мережі;
- класифікація об'єктів, що використовуються в мережі;
- унікальна схема позначення значно зменшує планування та експлуатаційні витрати;
- аналіз несправностей на декількох сітках, ідентифікація обладнання, схильного до несправностей;

– дентифікація та розподіл повідомлень про стан в мережах зв'язку (напр. SCADA, протоколи обліку).

Розвиток нових можливостей потребуватиме інвестицій у інструменти, людей та інфраструктуру. Значна частина цього необхідна протягом найближчих кількох років, якщо DSO повинні бути готові виконати енергетичний перехід.

Регулюючі органи та політики повинні пам'ятати про темпи змін у технологіях та ступінь участі клієнтів та винагороджувати інновації там, де це необхідно. Водночас вони повинні сприяти передбачуваному та стабільному поверненню інвестицій, наскільки це дозволяють національні умови, стимулюючи більш якісне обслуговування за допомогою значущих та досяжних цілей та результатів для DSO. Детальний опис керівних принципів DSO для розвитку ЛЕС наведено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Керівні принципи DSO для розвитку ЛЕС.

Підтримує безпеку та надійність сітки	Забезпечує енергетичний перехід, що полегшує перехід споживачів до низьковуглецевого майбутнього за найнижчою ціною	Визначає найбільш економічні рішення для споживачів енергії
Безпечно розвиває та експлуатує активну систему розподілу, що включає мережі, попит, генерацію.	Створює рівні умови для нових і існуючих гнучких технологій, провайдерів і рішень і доступу до широкого спектру потоків доходів.	Сприяє проектуванню ринків, що поєднують місцеві, регіональні, національні та міжнародні рішення, які є найкращими для клієнтів.
Приймає до уваги двосторонні енергетичні потоки та більшу переривчастість постачання.	Інтегрує всі типи генерації та готує та полегшує поглинання електростанцій.	Дозволяє новим локальним ринкам здійснювати однорангову торгівлю, що дає всім учасникам, незалежно від того, чи можуть вони бути покупцями, агрегатори, традиційні гравці або треті сторони, рівний доступ до енергетичного ринку
Координує обмін інформацією між DSO і операторами системи передачі, щоб збалансувати всю систему.	Оптимізує рішення щодо інвестицій у мережу, використовуючи альтернативні гнучкі рішення.	

Фінансові стимули для інновацій повинні заохочувати DSO до прийняття та впровадження нових технологій та підходів, мінімізуючи фінансові ризики. Підтримка наукових досліджень і розробок, яка орієнтована на технологічні інновації, дозволить DSO виконувати свою роль як нейтральний посередник ринку та надавати послуги з розумної мережі.

Перехід до DSO 2.0 означатиме взаємодію з політиками і регуляторів для визначення нових ролей і функцій DSO, що зображено у табл. 1.4. Це нові функціональні зони, які вимагають нових підходів до традиційних РП [35,36].

Таблиця 1.4 - Функції та діяльність DSO 2.0

Координація системи	Планування мережі	Відновлення системи та захисту	Управління даними	Закупівля гнучкості
Управління місцевими та регіональними зонами балансування для задоволення потреб клієнтів та сприяти інтеграції всієї системи.	Управління мережею розподілу електроенергії для підтримки безпечної та безпечної системи.	Підтримка безпеки всієї системи шляхом надання місцевих і регіональних гнучких послуг.	Управління обміном даними з інтелектуального обліку та інших джерел даних	Координація або розміщення платформи для забезпечення гнучкості в розподільчій мережі.
Надання послуг	Інвестиційне планування	Підключення та права доступу	Спрощення ринку послуг	Завантажувальна мережа
Координація послуг від широкої мережі з метою максимального використання всієї системи	Визначення та забезпечення вимог до потужності електричної мережі.	Забезпечення справедливий і економічний доступ до мережі розподілу.	Взаємодія з операторами системи передачі з метою розвитку ринків послуг локальної мережі та оптимізації всієї системи	Розробити механізми зарядки, які дають змогу ринку ефективно реагувати на фізичні обмеження, що передують будь-якій потребі втручання DSO.

У табл. 1.4 відображено основні можливості, необхідні для майбутнього DSO, в операціях та управлінні системами, мережевому плануванні, управлінні активами, комерційній діяльності та операціях з клієнтами.

1.5 Методи техноценологічного аналізу з боку обладнання та прогнозування розвитку ЛЕС

Техноценоз включає ряд етапів, до складу яких входять процедури рангового аналізу взаємопов'язані між собою. Рангових аналізом називаються методи вивчення великих технічних систем особливого ценологічного типу, які називаються техноценоз. Метою аналізу є їх статистичний аналіз, крім того їх оптимізацію, і покладатися в якості основного критерію форму рангових і видових розподілів. Рангові аналіз включає процедури інтервального оцінювання, параметричного нормування, прогнозування та нормування споживання ресурсів. Поглиблений аналіз рангових параметричних розподілів дає можливість значно підвищити ефективність рангового аналізу [37,38].

Термін техноценоз і ценологічний підхід визначається як спільнота всіх виробів, що включає всі популяції; обмеженої в просторі і часі; має слабкі зв'язки і слабкі взаємодії елементів (виробів), що утворюють систему штучного походження, яка характеризується несправністю часу життя ценозу і особини, неможливістю виділення однозначної системи показників. Стійкість технічної системи обумовлена дією законів енергетичного і інформаційного відборів за аналогією з живими системами, де діє закон природного відбору [37 - 40].

Структура ценозів описується різними типами розподілів [39,40]:

- видовий розподіл - залежність числа видів з рівною кількістю особин від кількості особин у вигляді;
- ранго-видовий розподіл — де рангове уявлення ґрунтується на розташуванні елементів в порядку убутання величини, що описує їх параметр або частоту появи;
- ранговий розподіл по параметру, при розташуванні видів в порядку зменшення будь-якого параметра.

За кількістю видів та елементів техноценоз характеризуються як дискретними, так і безперервними величинами. Для дискретних величин

зазвичай застосовується видове розподіл, а для безперервних - рангове. Кудрін В.І. [39] запропонував використовувати модель Н-розподілу для математичного опису видового і рангового розподілу.

Системні об'єкти, які є обмеженими в просторі та часі, з однієї сторони можуть бути досить незалежні і не пов'язані між собою механічно (електрично і так далі), а з іншої сторони можуть бути об'єднані іншого типу зв'язками (слабкими, або навіть непомітними), що визначені єдиною системою керування, споживання, постачання, а також спільною метою функціонування [40, 41].

За кількістю видів та елементів техноценоз характеризуються як дискретними, так і безперервними величинами. Для дискретних величин зазвичай застосовується видове розподіл, а для безперервних - рангове. В такому випадку можна використовувати модель Н-розподілу для математичного опису видового і рангового розподілу, згідно формули 1.1 [41,42]

$$A_i = \frac{A}{X_i^{1+\alpha}}, \quad (1.1)$$

де A_i - теоретичне значення числа видів для всіх i ;

X_i - чисельність популяції i ;

A, α - постійні видового розподілу.

Стосовно до елементів ЛЕС, як правило, визначають зв'язок між енергоспоживанням, що ранжується по формулі 1.2.

$$W_r = \frac{W_1}{r^\beta}. \quad (1.2)$$

де W_r - енергоспоживання особини з рангом r ;

W_1 - енергоспоживання особини з рангом $r = 1$ (максимальне електроспоживання);

β - ранговий коефіцієнт, що характеризує форму кривої розподілу.

Використовуючи регресійний метод ми маємо проблему впливу факторів один на одне, що суттєво впливає на результат прогнозу, а

нормативний метод є досить суттєву похибку і він розраховується лише на довгострокові періоди.

Для виконання оптимізації системи виконується порівняння ідеальної кривої з реальною, після вивчення співвідношення кривих можна зробити висновок: що необхідно змінити в ценозі, щоб точки реальної кривої прагнули потрапити на ідеальну криву. Для цього визначаються способи, засоби, механізми поліпшення ценозу з метою усунення аномальних відхилень. При наближенні експериментальної кривої розподілу до ідеальної кривої виду, тим стабільніше система. При наявності відхилення необхідна додаткова робота з моделлю або номенклатурна оптимізація або цілеспрямоване видалення аномальних особин, або параметрична оптимізація або поліпшення параметрів аномальних особин [41,42].

Після верифікації та підготовки даних, на основі прогнозування енергоспоживання, можна провести подальше оцінювання потенціалу впровадження енергозберігаючих технологій та нетрадиційних джерел енергії.

На етапі побудови емпіричної моделі процесу електроспоживання техноценоз здійснюється повномасштабна статистична обробка даних по електроспоживанню, яка включає взаємопов'язані процедури рангового аналізу.

Перевагою техноценологічного методу є оптимальне відображення процесу функціонування об'єктів техноценозу в доступному для огляду майбутньому з урахуванням можливих змін технології, інфраструктури, а також використання ресурсів. При використанні методу облік факторів виконується, спочатку введенням в алгоритм моделі управляючих впливів, далі, реалізацією стохастичних зворотних зв'язків, і в наслідку одночасною розробкою кількох можливих варіантів розвитку техноценоз, а в подальшому при роботі з моделлю, постійним дослідженням адекватності результатів моделювання.

Як недоліки слід зазначити, що метод, який заснований на статистичній моделі, як і подібні методи, з високою точністю розраховують значення

короткострокового прогнозування (згідно з дослідженнями точний прогноз можна отримати на 1 - 2 роки, після цього похибка розрахунку різко зростає) [41,42].

Другим недоліком є неможливість реалізації критеріїв, які засновані на порівнянні варіантів управління електроспоживання балансується. Ці недоліки можливо усунути. Для цього необхідне створення динамічної адаптивної моделі, що відбиває процес електроспоживання на глибину від 5 до 7 років і більше. При цьому наявність стохастичною зворотного зв'язку є основним, що дозволяє коригувати базу даних по енергоспоживанню [43].

Висновок:

1. Проведено компоративний аналіз напрямків розвитку сучасних локальних, регіональних енергетичних систем та регіональних програм. Який дозволив визначити перспективи технологічного напрямку розвитку ЛЕС, прикладом якого є концепція Smart Grid.

2. В результаті проведеного аналізу визначено, що концепція Smart Grid передбачає перетворення не тільки основних елементів електроенергетики, але й всієї системи енергозабезпечення в цілому. У подальшому розвиток електроенергетики повинен бути спрямований на створення нових функціональних властивостей ЛЕС.

3. Оскільки Smart Grid дозволяють DSO контролювати електроенергію, що протікає в мережах. Перспективу впровадження DSO, також, слід враховувати. DSO можуть адаптуватися до мінливих умов, таким чином, автоматично змінюючи конфігурацію мережі та контролюючи підключений попит та розподілену генерацію.

4. Створення і становлення теорії техноценозу дозволяє оцінити ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів ЛЕС. Техноценологічний метод обрано для ефективності дослідження енергопостачання, енергоспоживання, планування розвитку ЛЕС. Техноценоз здійснюється як повномасштабна статистична обробка даних по енергоспоживанню, яка включає взаємопов'язані процедури рангового аналізу.

2 НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ЛЕС

2.1 Розвиток ЛЕС зі сторони роботи зі споживачами

Попит споживачів на електричну потужність та енергію має нерівномірний характер, що негативно впливає на розвиток ЛЕС. Питання з ефективного керування режимами, попитом в контексті підтримання оптимального рівня графіку електропостачання та зменшенням втрат загострюється. Виникає необхідність в чіткому керуванні режимами електропостачання та аналізі показників, що характеризують ефективність керування даних режимів в контексті зменшення втрат та підвищенні рівня ефективності їх використання [44,45].

Робота зі споживачами, а саме залучення споживача до управління власним попитом на енергетичні ресурси, відповідає одній з ключових функцій DSO та розвитку ЛЕС [46].

Для цього, слід вирішити задачу зниження втрат в електричних мережах і підвищення ефективності транспортування електроенергії, за рахунок створення систем автоматизованого обліку та регулювання в електричних мережах, що у свою чергу може вплинути на споживача. Таким чином впливаючи на розвиток ЛЕС.

Системні операції дозволяють створити видимість над потужністю потоків, навантажень і з'єднань на рівні розподілу. Рішення Smart Grid дозволять візуалізувати дані, відправляти їх моделювання та оптимізація довгострокових активів. В той же самий час, DSO повинні розширити розгортання датчиків через мережу для моніторингу на всіх рівнях напруги, включаючи віддалений моніторинг, управління та автоматизацію даних [47].

Важливим фактором є те, що впровадження джерел РГ призводить до зміни традиційної централізованої структури ЛЕС до децентралізованої, що в свою чергу вимагає змін у концепціях моніторингу, управління і балансування системи. ЛЕС з елементами РГ потребує встановлювати зв'язок між

виробниками і споживачами електричної енергії для забезпечення керованості всіх елементів мережі.

Системна інтеграція та більш ефективне управління попитом відкривають нові можливості для оптимізації енергетичних систем і підвищення ефективності в сфері надання послуг. Інтелектуальні енергосистеми уможливають здійснення заходів з управління попитом. Такі технології як передова вимірювальна інфраструктура, концепція інтелектуальної мережі і реверсивні інтелектуальні лічильники створюють умови для впровадження програм управління попитом і стимулюють споживачів стати активними учасниками систем електропостачання. Ці підходи можуть стимулювати більш ефективне енергоспоживання, допомагають регулювати електричне навантаження і підвищують маневреність систем [47,48].

Зацікавленістю споживачів – є можливості резервування, економія за рахунок зниження витрат, підвищений ККД одночасної генерації тепла та електроенергії. Привабливою для споживача виявляється і можливість економії в періоди пікових навантажень і зростаючих цін. Розвиток конкурентного ринку сприятиме диференціацію цін до рівня роздрібного споживача. Оптимальні ціни, одержувані споживачем від енергопостачальної компанії, сприятимуть розвитку ЛЕС та власних РГ з врахуванням різниці між цінами на паливо та електроенергію. Використання генераторів малої потужності може сприяти підтримці високої якості електроенергії в централізованій мережі й знижувати потребу в затратах на реконструкцію та оновлення мереж і підстанцій. Розосереджені генератори дають змогу здійснювати підтримку напруги і частоти, зменшувати втрати в мережах і витрати на підтримку резервів централізованої генерації [48,49].

У зв'язку з цим передбачається виконання комплексу робіт з модернізації, реконструкції та технологічного переоснащення електричних мереж і енергетичних об'єктів на основі новітніх технологій, сучасного обладнання і новітніх методів керування з метою формування оптимальної структури генеруючої потужності в мережі. В інтелектуальній енергосистемі

кінцевий споживач електроенергії розглядається як партнер суб'єктів електроенергетики в частині забезпечення надійної роботи енергосистеми і набуває статусу «активного».

Активний споживач (далі – АС) – це учасник споживчого ринку електроенергії, який має можливість, виходячи зі своїх потреб, оптимізувати графік завантаження своїх потужностей, як з метою мінімізації витрат на електроенергію, так і з метою отримання доходу від продажу електроенергії та потужності, використовуючи джерела розосередженої генерації чи накопичувачі енергії [50].

При взаємодії технологій інтелектуальних мереж, систем керування навантаженням, джерел РГ активні споживачі можуть отримувати різного роду вигоди. Рівень активної участі споживачів і цілі взаємодії з гравцями ринку залежать від різних персональних та поведінкових характеристик споживачів.

Враховуючи сучасний стан енергетики та напрям її подальшого розвитку, визначений світовим співтовариством (Smart Grid), у тому числі й реалізація потенціалу активних споживачів, а також особливості виробництва електроенергії, стає очевидним, що системна інтеграція в енергетиці повинна поєднувати як самі джерела розосередженої генерації, так і автоматизовані системи та інформаційні технології. Можна виділити такі етапи розвитку споживача електроенергії, що зображено на рис. 2.1.

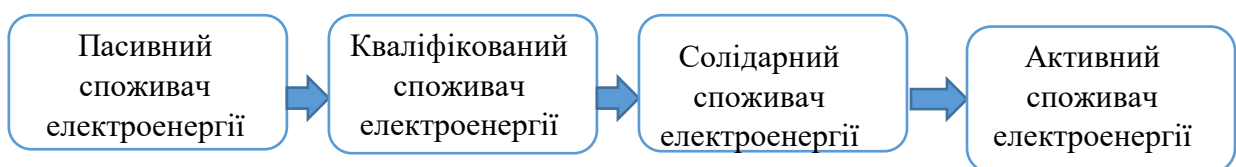


Рисунок 2.1 - Еволюція споживачів електричної енергії

Споживач електричної енергії – суб'єкт господарювання або фізична особа, що використовує електричну енергію для власних потреб на підставі договору про постачання електричної енергії з електропостачальником або інших підставах, передбачених законом України [51].

Кваліфікований споживач електричної енергії (кваліфікований споживач) – споживач електричної енергії, який може вільно обирати електропостачальника та безпосередньо укласти з ним договір на обсяг власного споживання електричної енергії [52].

Солідарний споживач електричної енергії (відповідальний споживач) – це такий споживач електричної енергії, який у складі групи інших споживачів електроенергії спільно відповідають перед іншими учасниками ринку електричної енергії за дотриманням правил взаємодії із системою електропостачання та правил споживання електричної енергії [53].

Активний споживач електричної енергії (prosumer) – споживач електричної енергії, який має бажання та можливість тим чи іншим способом коригувати своє енергоспоживання із системи енергопостачання, а за наявності можливостей і надавати окремі додаткові послуги для інших учасників ринку електроенергії [54].

Переваги, які отримує споживач від впровадження Smart Grid:

- економія коштів при оплаті рахунків за спожиті енергоресурси внаслідок ефективного обліку та керування енергоспоживанням;
- можливість продажу електроенергії, виробленої власними енергоустановками, в мережу;
- підвищення надійності електропостачання та якості електроенергії.

Існує програма з керування попиту на електроенергію, що за кордоном отримала назву Demand Side Management (DSM) [55].

Керуванням попитом (DSM) — це набір методів і стратегій, які діють, щоб вирівняти добовий графік енергоспоживання. DSM дає змогу контролювати споживачів в контексті ефективного управління, щодо розвитку ЛЕС [55,56].

До основного інструментарію програм DSM відноситься заповнення провалів. Це програми, які заохочують поза-пікове споживання. Вони спрямована на збільшення власного споживання в зонах загального спаду

споживання енергосистеми. Стимулювання споживачів зазвичай здійснюється значно нижчими тарифами.

Для керуванням сезонним збільшенням споживання енергії. В їх основу покладено введення інтелектуальних системи та процесів, більш ефективного обладнання і сучасних джерел енергії для досягнення більшого рівня енергетичної ефективності.

Механізми керування попитом енергоспоживання (DSM), які передбачають різні форми взаємодії та результати для споживачів, електроенергетичних ринків, енергосистеми і навколишнього середовища. DSM класифікуються відповідно за тривалістю впливу на поведінку споживача [57]: довгострокова перспектива (механізми підвищення енергоефективності) та короткострокова перспектива (механізми керування попитом).

Крім того, зазначені механізми можуть бути розділені на статичне і динамічне реагування (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Опис механізмів керування енергоспоживанням

Механізми керування енергоспоживанням	Обґрунтування
Статичні дії	Такі дії, які можуть бути виконані в будь-який момент і не є реакцією на специфічні сигнали ринку або запити системного оператора.
Динамічні дії	Дії, здійснювані у відповідь на зміни, що відбуваються в ЛЕС. Вони здійснюються у відповідь на короткострокові вимоги, та їх вплив не поширюється поза їх тривалості.

Згідно табл. 2.1 і статичні, і динамічні механізми керування енергоспоживанням можуть бути класифіковані далі за рівнем участі кінцевого споживача: активна чи пасивна участь.

2.2 Розвиток ЛЕС з точки зору впровадження гнучкої генерації

Дієвими шляхами модернізації ЛЕС та підвищення енергоефективності є розвиток системи з точки зору впровадження гнучкої генерації. Планування мережі створить інтегрований набір розширених моделей мережевого планування та методів оцінки ВДЕ. Узгоджений підхід системні операції, обмін інформацією та планування на рівень передачі допоможе зберегти енергію, що протікає через всю систему, а не тільки ЛЕС.

Керування гнучкістю допомагає розробляти платформи для забезпечення гнучкості послуг для найбільш економічно ефективної роботи системи. Вона включатиме нові ринкові рамки для допоміжних послуг для заохочення участі власників та агрегаторів ПЕР в координації з DSO.

Системи РГ, засновані на екологічно чистому виробництві енергії або на гібридних рішеннях, надають мінімальний вплив на навколишнє середовище і допомагають зберегти екосистему. Тобто, підвищення ефективності локальної енергетичної системи за рахунок застосування сучасних технологій і обладнання, в тому числі, розвиток малої та альтернативної енергетики, використання поновлюваних первинних енергоносіїв. Така модель в поєднанні з традиційними заходами з енергозбереження може підвищити ефективність всієї енергосистеми. Інтегрований моніторинг даних в реальному часі і багато точкове керування електростанціями, будівлями, спорудами і електричною мережею дозволяють оптимізувати використання основних засобів та підвищити ефективність енергетичної інфраструктури [58,59].

Підключення РГ до розподільної мережі має позитивний вплив на її властивості, але поряд з цим створює нові проблеми, з якими доводиться стикатися як при самому підключенні, так і при керуванні режимами роботи системи електропостачання з РГ. Розподільна електрична мережа буває нерівномірно завантажена, отже, потребує коригування поточкорозподілу, який можна провести шляхом відповідної реконфігурації мережі [60].

Установки РГ можуть інтегруватися на різних рівнях системи енергопостачання, а з метою забезпечення найкращого ефекту вони мають

бути розміщені оптимально, що потребує розробки методики визначення найбільш доцільних місць інтеграції. При правильному розміщенні установок РГ втрати потужності можуть знизитися, а завантаження мережі може бути більш рівномірним [61] .

Від Smart Grid очікують: підвищення ефективності електроспоживання, зокрема, за рахунок зниження пікових навантажень; використання ВДЕ; розв'язання задач динамічного балансу споживання та генерації на макро- і мікрорівнях; надійності, стабільності та безпеки.

Зростання кількості таких джерел призводить до загострення технічних проблем з організації їх паралельної роботи з мережею – стійкості роботи, якості електричної енергії, диспетчерського керування, контролю процесу приєднання і відключення на паралельну роботу, питання синхронізації.

Розподілене генерування в ЛЕС впливає на її режими, в результаті чого виникають нові можливості і нові задачі щодо оптимального використання розподілених джерел енергії (РДЕ). РДЕ постачають електроенергію найближчим споживачам, а в разі появи надлишків енергії можуть її передавати в мережі централізованого електропостачання. Кількість РДЕ з кожним роком зростає, що призводить до виникнення ситуації, коли в електричній мережі можуть експлуатуватись декілька різнотипних РДЕ, серед яких некеровані і умовно керовані [62]. Розподільні електричні мережі для забезпечення надійності електропостачання за своєю структурою є замкнені (передбачено що споживачі можуть отримувати живлення по декількох лініях електропередач).

Зростаюча кількість РДЕ ускладнює вибір місць ділення кільцевих схем та схем з двостороннім живлення в розподільних електричних мережах. Розбудова в ЛЕС РДЕ призводить до появи декількох точок поточкорозділу і не завжди є виправданим ділення мережі в точках поточкорозділу за вищезазначеними критеріями оптимальності. Водночас широке впровадження сучасного високовольтного та мікропроцесорного обладнання, впровадження в мережах основних засад концепції Smart Grid дозволяє автоматизувати

процес керування режимами розподільних електричних мереж та зміщення точки поточкорозділу, викликаного зміною навантаження у вузлах, з неоптимального вузла мережі в інші [63].

2.3 Розвиток ЛЕС з точки зору зміни конфігурації, а саме модернізації системи енергопостачання

Напрямок розвитку ЛЕС слід вважати технічний напрямок, в рамках якого істотне зниження питомих витрат палива, теплової та електричної енергії базується на впровадженні принципово нових машин і механізмів. Не виключається можливість експлуатації модернізованої техніки. При цьому модернізація технічних засобів покликана, в кінцевому рахунку, досягти більш високого рівня енергетичного коефіцієнту корисної дії, в іншому разі варто замінити їх на більш удосконалені технічні засоби. А саме, заміщення потужностей, що мають бути виведені з експлуатації, новою енергетичною інфраструктурою; підвищення рівня корпоративного управління суб'єктів господарювання та їх спроможності використовувати доступні інструменти внутрішнього енергетичного ринку капіталу й ресурсів.

У сучасних умовах важливу роль відіграє автоматизація регулювання використання енергоресурсів в оптимальних режимах. Цей процес припускає активне впровадження приладів і автоматизованих систем обліку і контролю за витратою палива й енергії в паливних і електричних мережах, котельних установках, безпосередньо в електроприймача. Чисельними електроприймачами, при експлуатації яких проводять заходи з економії енергії, слід вважати електроприводи машин, прилади електрообігріву і освітлення.

На економічність передачі електроенергії електромережами помітний вплив справляє їхня конфігурація і завантаження електроустаткування. Так сільські електричні мережі мають велику довжину і невисоку щільність навантажень, будуються найчастіше у вигляді радіальних ліній з мінімальною кількістю перемичок, які кільцюють. Це виключає можливість організації

оптимальних поточкоросподілів і викликає додаткове падіння напруги і втрати електроенергії в мережах, тим самим підвищуючи собівартість її передачі.

Тобто, формування місцевих систем теплопостачання на основі економічно обґрунтованого врахування потенціалу місцевих видів палива, логістики постачання та локальної енергетичної інфраструктури [64,65].

Технічно можливе й економічно доцільне зниження споживання енергії без зменшення обсягів виробництва шляхом реалізації енергозберігаючих заходів, упровадження енергоекономних технологій, техніки, залучення в енергобаланс нетрадиційних джерел енергії. У зв'язку з цим виділяють наступні основні напрямки й заходи щодо модернізації системи енергопостачання [66]:

- 1) скорочення втрат в електричних мережах;
- 2) регульований електропривод – ревізія і точне узгодження привода з навантаженням; розробка і впровадження регульованих електроприводів; використання систем регулювання на працюючих приводах;
- 3) енергоекономні системи і засоби освітлення приміщень - заміна ламп накаливання компактними люмінесцентними лампами з високою світловою віддачею; використання систем регулювання освітлення;
- 4) впровадження енергоекономних електротехнологій замість традиційних (механічних чи теплових);
- 5) організація експлуатації електро- і енергоустаткування, а також якісного і своєчасного ремонту;
- 6) впровадження енергоекономних освітлювальних, опалювальних і інших систем, приладів і технічних засобів у побуті й соціальній сфері - нові енергоекономні технічні засоби, електрифікована побутова техніка; акумуляційні системи для опалення і нагрівання води;
- 7) економія електроенергії в електротеплових процесах виробництва;
- 8) використання рослинних і деревних відходів для вироблення газоподібного і рідкого палива, які частково використовуються для виробництва електроенергії – одержання біогазу з відходів тваринництва, а

також генераторного газу і рідкого палива, використання їх для вироблення електроенергії;

9) використання поновлюваних джерел енергії для перетворення їх в електричну енергію – фотоелектричні установки; вітроенергетичні установки; гідроелектростанції;

10) реалізація орг і техзаходів обліку та економії електроенергії - пооб'єктний облік витрати електроенергії; багатотарифна система обліку; заохочення за економію і штрафи за перевитрату енергії; засоби регулювання параметрів електрифікованих процесів і витрати електроенергії.

Реалізація потенціалу енергозбереження полягає в структурно-технологічній перебудові економіки регіону і подальшому удосконаленні адміністративних та економічних механізмів, що сприяють підвищенню енергоефективності та енергозбереженню.

Програми сприяють координації дій місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, територіальних органів міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій всіх форм власності у розв'язанні проблем скорочення високої енергоємності валового регіонального продукту, зменшення споживання енергоресурсів бюджетними установами та енергозалежності регіональної економіки.

Розвиток ЛЕС з точки зору зміни конфігурації, а саме модернізації системи енергопостачання, визначає структуру, якість енергоресурсів, їхню вартість і енергетичну віддачу. Поряд з рівнем енергозбереження вони покликані стати факторами, які формують економічну ефективність розвитку ЛЕС, що впливають як на досконалість застосовуваних технологій. У свою чергу, це вплине на зростання оплати праці, підвищення соціально-економічного рівня життя споживачів, позитивно відбиваються на процесі впровадження досягнень науково-технічного прогресу.

2.4 Врахування впливу складових розвитку ЛЕС на екологічний та соціальний фактори ЛЕС.

Вплив впровадження напрямків розвитку ЛЕС стосовно задоволення потреб залежать від багатьох реальних чинників і подій макросередовища, що насамперед вносить свої корективи в систему ресурсів.

Макросередовище впливає на бажані результати розвитку ЛЕС як опосередковано, через мікросередовище, так і безпосередньо, здійснюючи втручання в ринкові відносини, що здебільшого продиктовано позитивними намірами задля регулювання ринку і відношень між його суб'єктами [67].

Внутрішнє середовище організації формується регуляторами відповідно до їх уявлень про те, які саме елементи забезпечать її ефективне функціонування і розвиток ЛЕС.

Найчастіше виділяють п'ять складових: цілі, структура, технологія, завдання і персонал, який виконує ці завдання за допомогою відповідної технології. Макросередовище складається з шести основних факторів: демографічних, економічних, природних, науково-технічних, політичних і факторів культурного середовища.

У світовій економічній науці аналіз основних факторів зовнішнього макросередовища називається PEST-аналізом. PEST-аналіз (іноді позначають як STEP) – це маркетинговий інструмент, призначений для виявлення політичних (P - political), економічних (E - economic), соціальних (S - social) і технологічних (T - technological) аспектів зовнішнього середовища, які впливають на діяльність підприємства.

Цей аналіз ставить за мету виявити ті фактори зовнішнього середовища, які найбільше впливають на розвитку ЛЕС, а також передбачити динаміку впливу цих факторів (сприятливу чи несприятливу) [64, 68]. При проведенні PEST-аналізу потрібно враховувати такі дві позиції: – аналіз стратегічних факторів кожного з компонентів повинен бути достатньо системним, тому що в житті всі компоненти між собою взаємопов'язані.

PEST-аналіз – це інструмент, що історично склався з чотирьохелементного стратегічного аналізу, але потрібно пам'ятати, що реальне життя складніше. Діяльність кожного підприємства в зовнішньому середовищі також залежить від власного набору ключових факторів, який найбільш впливає на його бізнес.

Насамперед повинні вивчатися політичні фактори, щоб вище керівництво підприємства мало чітке уявлення про політичні наміри органів державної влади і конкретні засоби і методи для здійснення цієї політики. Оскільки уряд постійно здійснює різні політичні і економічні ініціативи, то в межах стратегічного планування необхідно слідкувати за нормативними документами органів влади, фінансово-кредитною політикою держави, укладеними урядом міжнародними угодами в галузі тарифів і торгівлі, спрямованими проти інших країн або укладеними з ними [69].

Основними політичними факторами макросередовища, які впливають на діяльність підприємства, є: зміна уряду, політична стабільність у країні, зміна політичного курсу, позиція державних органів влади щодо бізнесу та інші. Зокрема, зниження політичної стабільності в суспільстві призводить до збільшення шансів щодо соціальних потрясінь, а це негативно вплине на розвиток ЛЕС.

До економічних факторів, можна віднести: транспортні тарифи, обмінний курс, рівень інфляції, ВВП, податкову систему, рівень економічного розвитку країни. Так, зокрема, значний рівень інфляції, що призводить до знецінення грошей, які є на підприємстві, хоча з іншого боку дає можливість здійснити виплати по кредитах, які на підприємстві є значними і отримувати обігові грошові кошти при використанні різниці щодо курсу долара.

Правові фактори визначають, яким чином підприємство має вести справи, які податки виплачувати та за що відповідати. Основними правовими факторами, які впливають на розвиток ЛЕС, є: прийняття нормативних актів, які послаблюють економічне становище; укладання міждержавних договорів у сфері експорту пива, зміна системи оподаткування та якості законодавства.

До технологічних факторів, які впливають на розвиток ЛЕС, вдосконалення існуючих і заміна старого на нове обладнання. Швидкі темпи науково-технічних змін вимагають значних капіталовкладень у новітні тенденції, проте сприяють таким чином підвищенню конкурентних позицій на ринку за рахунок використання новітніх технологій. Запровадження нових видів сировини, засобів матеріально-технічного призначення, обладнання, технологій - це основні складові.

До екологічних факторів, які впливають на розвиток ЛЕС, відноситься скорочення викидів CO₂. Відмова від вуглеводнів при виробництві електроенергії – це основний елемент переходу до чистої енергетичної системи. Для цього необхідно більш масштабне впровадження цілого комплексу технологій.

Напрямки розвитку ЛЕС, щодо впровадження ГГ, засновані на екологічно чистому виробництві енергії або на гібридних рішеннях, що спричиняють мінімальний вплив на навколишнє середовище і допомагають зберегти екосистему.

Середовище постійно змінюється. Тому, потрібно мати інформацію про характер змін, що можуть відбуватися в зовнішньому середовищі. Така діагностика проводиться переважно за допомогою матричного методу. Для визначення розвитку ЛЕС в зовнішньому середовищі, тобто отримання профілю середовища, підприємству необхідно провести структурування і відбір факторів, які на думку експертів, можуть мати певний вплив.

Відібрані за відповідними групами, фактори складають основу для побудови матриці взаємозв'язків факторів за шкалою оцінки їхнього стану (табл. 2.2). Кожний чинник має кількісну та якісну характеристику, що дає можливість діагностувати характер впливу на діяльність підприємства. («+» - це є можливість для підприємства; «-» - загроза для діяльності підприємства).

Таблиця 2.2 - Результати PEST аналізу

Політичні фактори (P)	Економічні фактори (E)
Ступінь впливу держави на галузь	Слабке залучення інвестицій в галузь.
Недосконалість законодавства	Неефективне використання наявних фінансових та інвестиційних ресурсів для реалізації інноваційного розвитку
Нестабільність політичної ситуації	Низька рентабельність виробництва
Військова агресія	
Державна підтримка енергетичної галузі	Ріст цін на сировину
Митне регулювання	Курси головних валют
Майбутні зміни в законодавстві	Зміни у податковому законодавстві
Інвестиційний клімат в галузі	Економічна ситуація в країні
Соціальні фактори (S)	Технологічні фактори (T)
Рівень умов праці та техніки безпеки	Знос основних фондів
Зниження привабливості праці на підприємствах енергетичної галузі, через високий рівень небезпеки для життя та здоров'я працівників	Інтенсивний розвиток інформаційних технологій
Значний розрив між рівнем заробітної плати та рівнем потреб працівників, враховуючи фактор небезпеки праці	Рівень інновацій та технологічного розвитку галузі
Низька престижність праці у виробничій сфері.	Проведення науково-технічних робіт
Зростання мобільності населення	Доступ до новітніх технологій

Таким чином, на основі табл. 2.2 визначено, що в Україні вже існують позитивні зрушення в напрямку боротьби з цими загрозами, які відображені у відповідних урядових актах, зокрема, Енергетичною стратегією України до 2035 р., за якими потрібно здійснити технічне переоснащення енергетичних підприємств новим високопродуктивним і надійним устаткуванням зі сторони роботи зі споживачами, з точки зору зміни конфігурації та впровадження гнучкої генерації.

Враховуючи вище наведені проблеми стану та розвитку енергетичної галузі можливо виділити головні стратегічні напрями розвитку енергетичної промисловості в Україні:

- створення дієвих правових умов для залучення недержавних інвестицій у розвиток енергетичної галузі;

- раціональне використання сировини за рахунок докорінного технологічного оновлення виробництва;
- покращити фінансові можливості реконструкції енергетичних підприємств;
- структурні перетворення у галузі за рахунок чіткого розмежування функцій між суб'єктами управління на всіх ієрархічних рівнях;
- впровадження наукової складової та нарощення і ефективне використання ресурсного забезпечення інноваційного розвитку національної економіки, насамперед інвестиційних ресурсів.

Для реалізації стратегічних напрямів розвитку енергетичної галузі України в ЛЕС необхідно побудувати досконалий механізм державної політики розвитку ЛЕС. До складу цього механізму будуть входити економічні, адміністративні, фінансові механізми, методи законодавчо-нормативного регулювання та модель інноваційного розвитку. Ефективність впровадження зазначених методів та механізмів багато в чому залежить від фінансового забезпечення інновацій на фоні загального дефіциту фінансових ресурсів.

Для подальшого розвитку ЛЕС необхідно розробити й впровадити систему заходів підвищення ринкової конкурентоспроможності енергетичної продукції, впровадити новітні науково-технологічні розробки вітчизняної науки у виробництво наукоємної продукції, що виробляється на спільних підприємствах паливно-енергетичного комплексу з залученням іноземних фахівців, збільшити залучення приватного капіталу в діяльність суб'єктів енергетичної галузі.

Підсумовуючи дослідження, аналіз впливу чинників зовнішнього середовища є процесом, за допомогою якого розробники стратегічного плану контролюють зовнішні відносно розвитку ЛЕС чинники, аби визначити можливості і загрози та передбачити чимало того, що залишається прихованим, що може стати раптовим несподіваним ударом по інтересах розвитку ЛЕС, виявити складності видимих умов, створених зовнішнім

оточенням. Тільки детальний аналіз середовища, що вимагає уважного вистежування процесів, дозволяє бути упевненим у своєму майбутньому і контролювати його вплив на поточну діяльність. Усе це говорить про те, що для розвитку ЛЕС необхідно постійно й уважно стежити за всіма змінами оточення.

Висновок

1 Проведено аналіз напрямків розвитку ЛЕС зі сторони роботи зі споживачами, з точки зору зміни конфігурації та впровадження гнучкої генерації. Який дозволив визначити їх вплив на екологічний та соціальний фактори .

2 Напрямки розвитку ЛЕС засновані на екологічно чистому виробництві енергії або на гібридних рішеннях, що спричиняють мінімальний вплив на навколишнє середовище і допомагають зберегти екосистему.

3 Серед соціальних факторів слід виділити зниження привабливості праці на підприємствах енергетичної галузі, через високий рівень небезпеки для життя та здоров'я працівників.

3 ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ВПРОАВДЖЕННЯ ГНУЧКОЇ ГЕНЕРАЦІХ ТА РОЗВИТКУ ЛЕС

3.1 Прогнозування енергоспоживання ЛЕС за допомогою техноценологічного підходу

При побудові моделі прогнозування електроспоживання для локальної енергетичної мережі ставиться кілька завдань. Мета даного дослідження: отримати якомога більше інформації з наявних даних і побудувати якомога точніший прогноз. Конкретні дії вибираються на основі наявних даних і доступності інформаційно - технічних систем. Для вирішення поставленого завдання потрібно проведення попередніх досліджень, і описового аналізу.

Подальший аналіз виконаний для 41 навчального закладу Солом'янського району міста Києва, як приклад ЛЕС. Дані для аналізу було взято з звітів енергоаудиту навчальних закладів Солом'янського району міста Києва. Кілька дрібних об'єктів виключені з розгляду через неповноту вихідних даних.

На першому етапі необхідно провести верифікацію даних, а саме за обраними критеріями. Як зазначалось раніше система показників не є однорідною, тому необхідно провести нормування показників.

Також критеріями є впровадженні заходи з енергозбереження (утеплення будівлі, заміна вікон).

Значення критеріїв для двох груп відображено в таблиці 3.1 .

Аналізуючи дані споживачів використаємо ієрархічний кластерний аналіз і проведемо дослідження за допомогою пакета статистичного аналізу PASW Statistics 18. Відповідно до агломеративного алгоритму кластеризації буде визначатись міра схожості між групами споживачів і взаємні зв'язки і в результаті отримаємо дендрограму, на якій відслідковується процес поєднання груп, що зображена на рис. 3.1.

Таблиця 3.1 – Критерії прогнозування розвитку

№	Заклад	Критерії					
		Споживання ен		Енергоефективність		Нормоване значення площі закл	Нормоване значення кіл людей
		нормоване ел	нормоване теп	Утеплення	Заміна вікон		
1	ДНЗ №398	0,148	0,178	0,000	1,000	0,249	0,152
2	ДНЗ №17	0,181	0,107	1,000	1,000	0,115	0,157
3	ДНЗ № 313	0,231	0,356	0,000	1,000	0,137	0,139
4	ДНЗ № 350	0,376	0,414	1,000	1,000	0,102	0,085
5	ДНЗ № 396	0,491	1,000	1,000	1,000	0,087	0,144
6	ДНЗ № 425	0,873	0,487	0,000	1,000	0,077	0,144
7	ДНЗ № 464	0,126	0,115	1,000	1,000	0,490	0,144
8	ДНЗ № 480	0,099	0,076	1,000	1,000	0,492	0,152
9	ДНЗ № 692	0,127	0,107	0,000	1,000	0,542	0,157
10	ДНЗ № 712	0,329	0,181	0,000	1,000	0,160	0,156
11	ДНЗ № 713	0,254	0,144	1,000	1,000	0,216	0,136
12	ДНЗ № 762	0,245	0,186	0,000	1,000	0,324	0,410
13	ДНЗ Сяйво	0,258	0,128	1,000	1,000	0,387	0,168
14	ДНЗ № 51	0,165	0,193	0,000	1,000	0,386	0,079
15	ДНЗ № 225	0,283	0,194	0,000	0,000	0,161	0,178
16	ДНЗ № 334	0,154	0,157	0,000	1,000	0,309	0,157
17	ДНЗ № 355	0,227	0,202	0,000	1,000	0,193	0,254
18	ДНЗ № 373	0,211	0,186	1,000	1,000	0,324	0,162
19	ДНЗ № 465	0,211	0,186	0,000	0,000	0,324	0,164
20	ДНЗ № 477	0,111	0,115	0,000	0,000	0,226	0,122
21	ДНЗ № 654	0,196	0,114	0,000	0,000	0,363	0,267
22	ДНЗ № 677	0,620	0,213	1,000	1,000	0,235	0,225
23	ДНЗ № 686	0,665	0,139	0,000	1,000	0,387	0,386
24	ДНЗ Відродження	0,749	0,347	1,000	1,000	0,163	0,307
25	ЗНЗ №324	0,084	0,106	0,000	0,000	1,000	0,467
26	СШ №7	0,188	0,114	0,000	1,000	0,705	0,619
27	СШ №43 «Грааль»	0,659	0,192	1,000	0,000	0,361	0,673
28	СШ №64	1,000	0,380	0,000	0,000	0,256	0,754
29	СШ №67	0,351	0,162	0,000	0,000	0,444	0,605
30	СШ №74	0,284	0,211	0,000	1,000	0,355	0,539
31	СШ №159	0,258	0,141	0,000	0,000	0,379	0,612
32	СШ №52	0,362	0,194	0,000	1,000	0,398	0,811
33	СШ №71	0,388	0,176	0,000	0,000	0,451	0,695
34	СШ №164	0,239	0,222	0,000	0,000	0,422	0,146
35	СШ №174	0,148	0,065	0,000	1,000	0,386	0,548
36	СШ №178	0,615	0,105	0,000	1,000	0,366	1,000
37	СШ №310	0,473	0,323	1,000	1,000	0,685	0,128
38	СШ №324	0,128	0,065	1,000	1,000	0,386	0,583
39	Політехнічний ліцей КП	0,121	0,061	0,000	1,000	0,410	0,285
40	ліцей «Престиж»	0,125	0,082	0,000	1,000	0,431	0,287
41	Технічний ліцей НТУУ «КП»	0,129	0,151	1,000	1,000	0,414	0,746

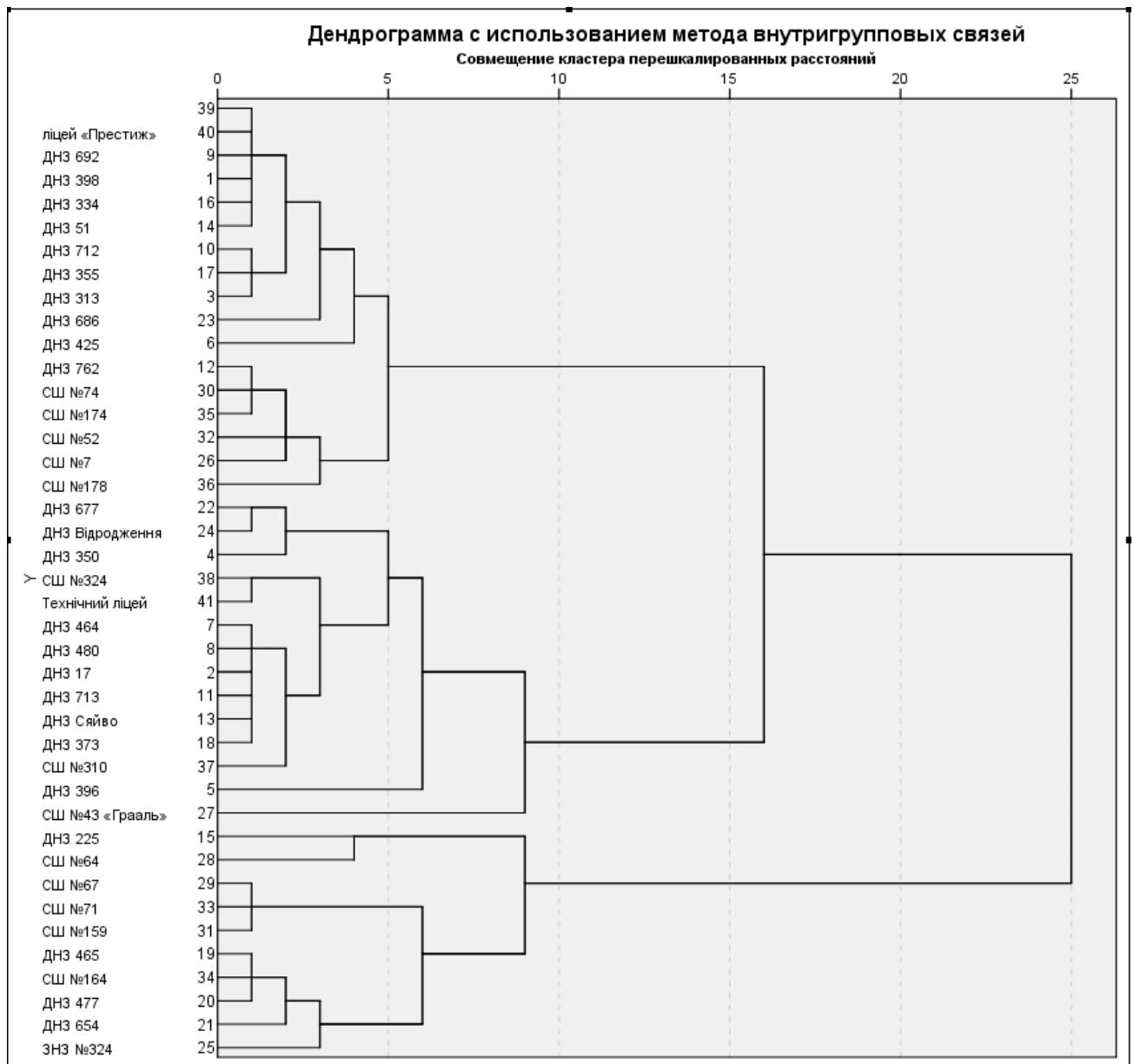


Рисунок 3.1 – Дендограма з використанням методу внутрішніх зв'язків

Аналізуючи рис. 3.1 робимо висновок, що ДНЗ та ЗОСШ які мають різний робочий графік, розділяються їх на дві групи, для яких і будемо проводити верифікацію даних та подальший прогноз розвитку локальної енергетичної системи, який буде проведено за допомогою рангового аналізу даних енергоспоживання.

На етапі побудови емпіричної моделі процесу енергоспоживання, техноценоз здійснюється як повномасштабна статистична обробка даних по енергоспоживанню, яка включає взаємопов'язані процедури рангового аналізу.

Використання методу рангів є доречним для розрахунку та подальшого аналізу коефіцієнту конкордації, а саме для ранжування даних у матрицю рангів споживання електричної (теплової) енергії.

Основними недоліками методу є:

1. невелика кількість об'єктів ранжирування, оскільки при перевищенні їх кількості 15-20, стає важко присвоїти об'єктивні рангові оцінки;
2. на підставі використання даного методу залишається відкритим питання про те, наскільки далеко за значимістю знаходяться досліджувані об'єкти один від одного.

При використанні даного методу необхідно враховувати, що рейтинги ґрунтуються на будь-якої імовірнісної моделі, тому застосовувати їх потрібно з обережністю, враховуючи область застосування.

Шляхом присвоєння рангового номера об'єктам дослідження. Об'єкт, якому відповідає найменше споживання електричної (теплової) енергії присвоюється ранг 1. Якщо споживання декількох об'єктів мають одне й теж значення, тоді їм присвоюється однаковий ранговий номер. На основі даних складається зведена матриця рангів, яка наведена в таблицях.

Так як в матриці є пов'язані ранги (однаковий ранговий номер) в оцінках кожного об'єкту, зробимо їх переформування. Переформування рангів проводиться без зміни значення рангів, тобто між ранговими номерами повинні зберегтися відповідні співвідношення (більше, менше або дорівнює). Також не рекомендується ставити ранг вище 1 і нижче значення рівного кількості параметрів (в даному випадку $n = 41$). Матриці наведено в Додатку А.

За допомогою встановлення рангів порядкового номеру об'єкта, якщо всі розташовуються у порядку зростання споживання теплової та електричної енергії. Чим більшу (меншу) суму рангів отримає об'єкт, тим вища (нижча) його якість.

Ранговий коефіцієнт конкордації Кендалла використовується з метою визначення залежності між кількісними і якісними ознаками, що характеризують однорідні об'єкти і ранжируваних за одним принципом.

У разі, якщо кількість ранжируваних ознак або факторів перевищує 2, використовують коефіцієнт конкордації, який, по своїй суті, являє собою множинний варіант рангової кореляції. Розрахунок коефіцієнта конкордації заснований на відношенні відхилення суми квадратів рангів від середньої суми квадратів рангів, помноженого на 12, до квадрату експертів, помножених на різницю між кубом числа об'єктів і числом об'єктів.

$$d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}; \quad (3.1)$$

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}; \quad (3.2)$$

$$T_i = \sum_{e=1}^L (t_e^3 - t_e); \quad (3.3)$$

де L – кількість груп зв'язаних (однакових) рангів;

t_e – кількість зв'язаних рангів в гоїжній групі;

S - сума різниць між числом послідовностей і числом інверсій за другою ознакою;

m - число місяців.

Підставляючи отримані формули отримуємо остаточну формулу коефіцієнта конкордації:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n)}; \quad (3.4)$$

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}; \quad (3.5)$$

де n - кількість об'єктів техноценозу, закладів освіти.

Перша формула використовується для визначення коефіцієнта конкордації, якщо немає пов'язаних рангів. Друга формула використовується в тому випадку, якщо пов'язані ранги є.

Отримане значення оцінюється на значимість за допомогою коефіцієнта Пірсона множенням даного коефіцієнта на кількість експертів і на число ступенів свободи $(m-1)$. Отриманий критерій порівнюється з табличним значенням, і при перевищенні значення першого над останнім, говорять про значущість досліджуваного коефіцієнта.

Коефіцієнт конкордації показує узгодженість переміщення об'єктів по рангової поверхні. Цей коефіцієнт характеризує стійкість рангової поверхні в цілому, взаємозв'язок на системному рівні тенденцій розвитку об'єктів. Якщо всі ранги при русі по ранговій поверхні збігаються, то $W=1$, якщо повністю не збігаються - то $W=0$. Таким чином, якщо $0 < W < 0,5$, то коефіцієнт конкордації не значущий, якщо більше 0,5 - значущий.

Розраховані коефіцієнти конкордації зобразимо у вигляді таблиць :

Таблиця 3.1 – Розрахункові коефіцієнти конкордації споживання електричної енергії для ДНЗ.

<i>Т рік</i>	<i>W</i>	<i>X2</i>
2015	0,846	17,92
2016	0,838	17,949
2017	0,851	17,955

Таблиця 3.2 – Розрахункові коефіцієнти конкордації споживання електричної енергії для ЗОСШ.

<i>Т рік</i>	<i>W</i>	<i>X2</i>
2015	0,801	18,782
2016	0,799	18,781
2017	0,806	18,783

Таблиця 3.3 – Розрахункові коефіцієнти конкордації споживання теплової енергії для ДНЗ.

<i>T рік</i>	<i>W</i>	<i>X²</i>
2015	0,797	22,445
2016	0,775	22,442
2017	0,787	22,443

Таблиця 3.4 – Розрахункові коефіцієнти конкордації споживання теплової енергії для ЗОСШ.

<i>T рік</i>	<i>W</i>	<i>X²</i>
2015	0,748	25,048
2016	0,724	25,043
2017	0,767	25,044

Для досліджуваної сукупності даних коефіцієнт конкордації значущий, що свідчить про взаємозв'язку досліджуваного техноценоз. Перевірка двох гіпотез показала, що генеральна сукупність даних є яскраво вираженим техноценозом.

Процедура оптимізації системи складається в спільній роботі з табульованих і графічним розподілами і порівняно ідеальної кривої з реальною, після чого роблять висновок: що практично потрібно зробити в системі, щоб точки реальної кривої прагнули лягти на ідеальну криву. Чим ближче емпірична крива розподілу наближається до ідеальної кривої, тим стійкіше система. Етап оптимізації включає наступні етапи:

- знаходження аномальних точок і спотворень за графіком;
- визначення їх координат і їх ідентифікація з реальними особами по табульованих розподілу;

- аналіз причин аномалій і пошук способів їх усунення (управлінських, економічних, виробничих і т.д.);
- усунення аномалій в реальному ценозу.

Виділення і опис техноценоз супроводжується формуванням бази даних. В рамках цієї процедури в цьому дослідженні здійснено збір інформації з досліджуваної області, а саме, даних про фактичне споживання закладами освіти електроенергії з історією на глибину 3 років за період з 2015 по 2017рр. Це дозволило отримати розгорнуту картину електроспоживання і створити електронну базу даних для подальшого аналізу.

$$W_r = \frac{W_n}{r^\beta} \quad (3.6)$$

де r - ранг по параметру, в порядку убутання параметра розташовують об'єкти техноценозу;

W_n - максимальне значення параметра енергоспоживання за рангом, тобто в першій точці;

β - ранговий коефіцієнт, що характеризує ступінь крутизни кривої розподілу.

Вручну коефіцієнт β визначається за формулою:

$$\beta = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\ln W_n}{\ln r} \quad (3.7)$$

Проведена апроксимація рангового параметричного розподілу по електроспоживанню закладів освіти, результат якої наведено в табл. 3.5 – табл. 3.8.

Таблиця 3.5 – Ранговий розподіл електричної енергії для ДНЗ

T рік	Параметри розподілу		Аналітична залежність
	W_n	β	
2015	44098	1,0065	$\frac{44098}{r^{1,0065}}$
2016	65843	1,0336	$\frac{65843}{r^{1,0336}}$
2017	58962	1,0596	$\frac{58962}{r^{1,0596}}$

Таблиця 3.6 – Ранговий розподіл електричної енергії для ЗОСШ

T рік	Параметри розподілу		Аналітична залежність
	W_n	β	
2015	212072	1,685	$\frac{212072}{r^{1,685}}$
2016	225086	1,706	$\frac{225086}{r^{1,706}}$
2017	361783	1,747	$\frac{361783}{r^{1,747}}$

Таблиця 3.7 – Ранговий розподіл теплової енергії для ДНЗ

T рік	Параметри розподілу		Аналітична залежність
	W_n	β	
2015	522,43	0,827	$\frac{522,43}{r^{0,827}}$
2016	705,33	0,798	$\frac{705,33}{r^{0,798}}$
2017	724,4	0,912	$\frac{724,4}{r^{0,912}}$

Таблиця 3.8 – Ранговий розподіл теплової енергії для ЗОСШ

T рік	Параметри розподілу		Аналітична залежність
	W_n	β	
2015	775,51	0,884	$\frac{775,51}{r^{0,884}}$
2016	770,72	0,891	$\frac{770,72}{r^{0,891}}$
2017	636,16	1,094	$\frac{636,16}{r^{1,094}}$

Подальший аналіз виконаний для 41 закладу освіти. Кілька дрібних об'єктів виключені з розгляду через неповноту вихідних даних. Сукупність отриманих рангових розподілів по параметру енергоспоживанням задає рангові поверхні (рис. 3.2 – рис. 3.5).

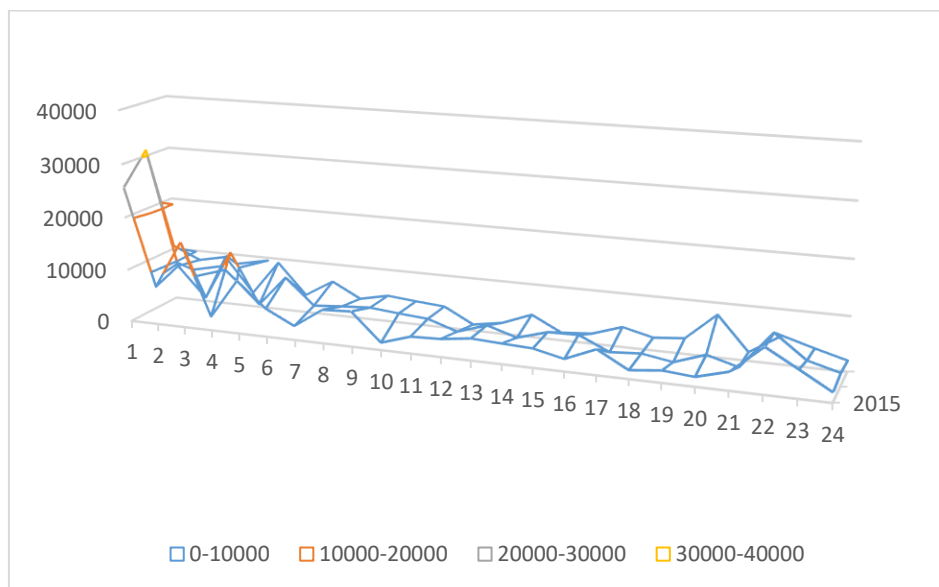


Рисунок 3.2 -Тривимірна рангова поверхню об'єктів техноценозу за період з 2015 по 2017рр: абсциса - ранг об'єкта; ордината - часовий інтервал (рік); апліката – електроспоживання ДНЗ, кВт год.

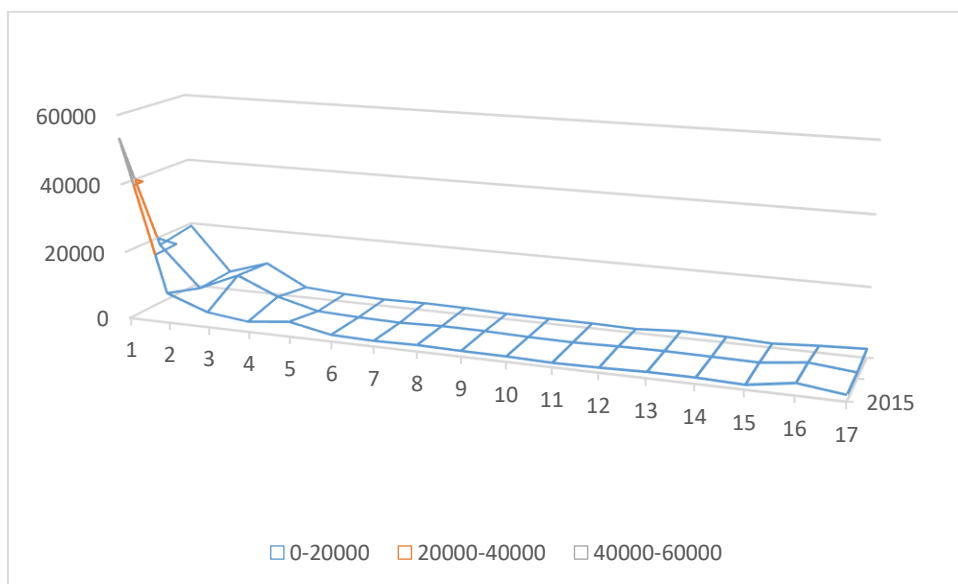


Рисунок 3.3 -Тривимірна рангова поверхню об'єктів техноценозу за період з 2015 по 2017рр: абсциса - ранг об'єкта; ордината - часовий інтервал (рік); апліката – електроспоживання ЗОСШ, кВт год.

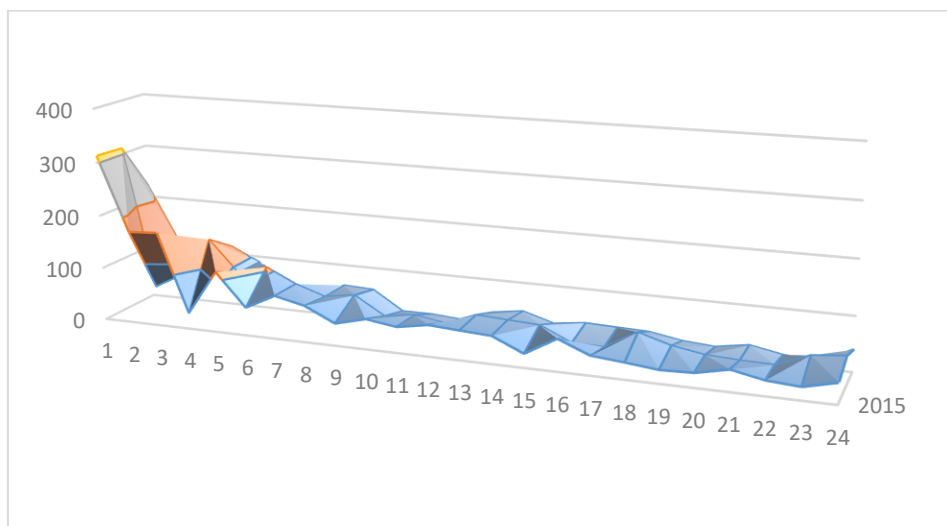


Рисунок 3.4 -Тривимірна рангова поверхню об'єктів техноценозу за період з 2015 по 2017рр: абсциса - ранг об'єкта; ордината - часовий інтервал (рік); апліката – теплоспоживання ДНЗ, кВт год.

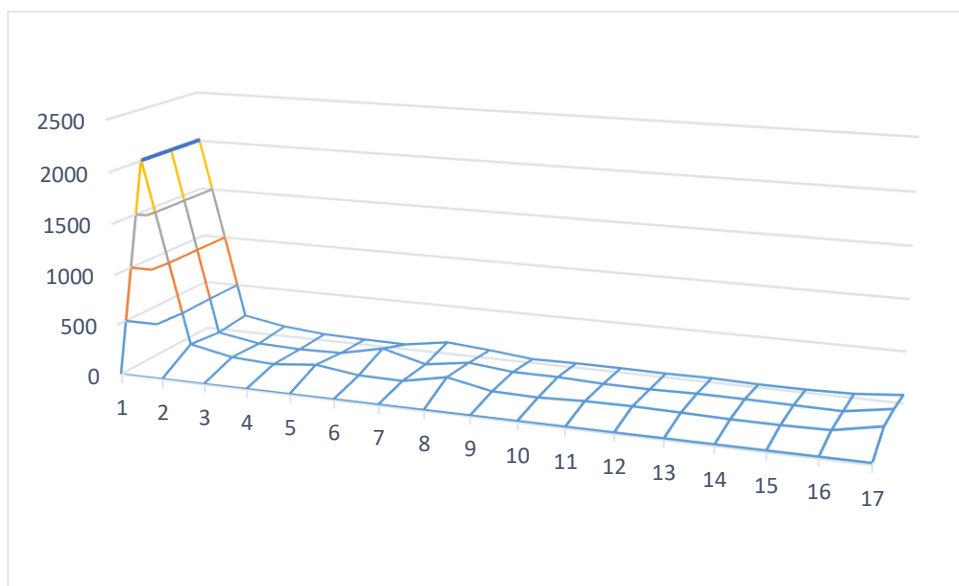


Рисунок 3.5 -Тривимірна рангова поверхню об'єктів техноценозу за період з 2015 по 2017рр: абсциса - ранг об'єкта; ордината - часовий інтервал (рік); апліката – теплоспоживання ЗОСШ, кВт год.

Рангово-параметричні розподіли розбивається на ряд ділянок з таким розрахунком, щоб, по-перше, на кожній ділянці було не менше 10 - 12 точок, а по-друге, відхилення значень експериментальних параметрів від відповідних

теоретичних значень, що визначаються апроксимаційної кривої, які розподілені всередині ділянки за нормальним законом.

3.2 Використання техноценологічного аналізу як розвиток ЛЕС за рахунок використання нового обладнання

Рангові аналіз включає процедури інтервального оцінювання, прогнозування споживання енергетичних ресурсів. Аналіз аномальних зон з визначенням закладів, що туди потрапили сприяє використанню новітніх технологічних рішень для закладів, щодо розвитку ЛЕС.

З метою підвищення точності розрахунку стандартних процедур раннього аналізу доводяться відповідні тонким процедурам: верифікація баз даних, а також дифлекс-, GZ- і ASR-аналізам рангового параметричного розподілу.

Прогнозування - процедура оптимального управління ресурсами технократизму, що йде в визначенні можливих значень функціональних параметрів у майбутньому. Прогнозування може виконуватися на основі статичної моделі, що відображає процес енергоспоживання на рік вперед. Динамічне стохастичне моделювання дозволяє здійснювати прогноз на середньостатистичну перспективу. Примітно до техноценозування прогнозування може здійснюватися Г-методами, Z-методами і GZ-методами,.

Як впливає з рівнянь закону оптимального побудови техноценоз, гауссовий ресурс кластера дорівнює

$$W_G = \left(\int_{r_1}^{r_2} W^g(r) dr \right) - ((r_2 - r_1)W_2), \quad (3.8)$$

де $W(r)$ - рангово-параметричний розподіл техноценозу по енергоспоживанню;

$W^g(r)$ - гауссовий розподіл, відповідний кластерному розподілу параметрів;

W_2 - значення енергоспоживання, відповідне правої рангової кордоні кластера

При цьому системний ресурс кластера техноценоз визначається наступним чином [68]:

$$W_z = \int_{r_1}^{r_2} (W(r) - W^g(r)) dr \quad (3.9)$$

Як показує аналіз, процедура кластеризації рангових параметричних розподілів по досліджуваного параметру істотно ускладнена через негаусових розподілів, що невідворотно веде до негаусових кластерів. При цьому порушується головний мінімаксний критерій кластер-аналізу (то, що статистично всередині кластера функціональні параметри об'єктів повинні розподілятися по нормальному закону). Вихід із цього становища можливий в результаті збільшення кількості кластерів (прагненні розміру кластера до нуля), при цьому системний і гауссовий ресурси кластерів в межі зводяться відповідно до системного і гауссова довірчим інтервалам об'єктів і рангів [69].

Для визначення ширини довірчого інтервалу використовується поняття інтерквартильного розмаху стосовно вибірці значень електроспоживання, які відповідають цій рангу протягом ряду тимчасових інтервалів [70]:

$$\Delta W_z = W_{0.75}^q - W_{0.25}^q, \quad (3.10)$$

де $W_{0.75}^q$ - верхня межа розподілу значень;

$W_{0.25}^q$ - нижня межа розподілу значень;

Широкий інтервал свідчить про різкі структурні зміни. Методика визначення системного інтервалу дозволяє протиставити його гауссова довірчого інтервалу, який визначається стосовно не до рангу розподілу, а до об'єкта техноценозу.

Критеріальний варіант ГЗ-аналізу дозволяє ще до початку власних процедур прогнозування здійснити вибір G- або Z-методології, що істотно

прискорило розрахунки і підвищує їх точність (позитивний ефект пропорційне розміру баз даних). Як слід виходити з законопроекту оптимального створення техноценозів, в якості критерію вибору методу слід розглядати співвідношення обсягів системного і гауссового ресурсів кластерів техноценозу.

Подальша апроксимація значень на межах ділянок дає змінний довірчий інтервал розподілу. З огляду на прийняті допущення, щодо експериментальних точок, що виходять за межі довірчого інтервалу, можна зробити наступні висновки.

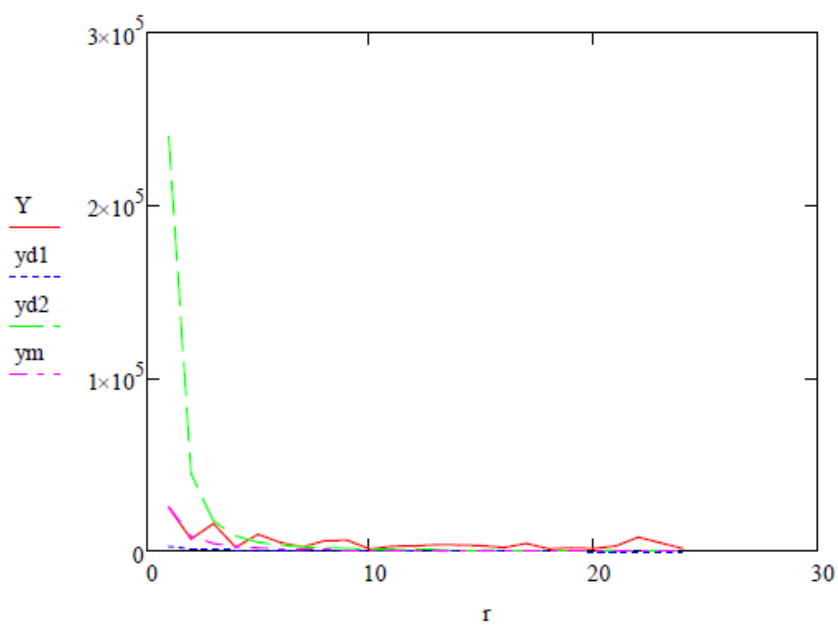
Якщо точка входить в довірчий інтервал, то в межах гауссова розкиду параметрів можна судити, що даний об'єкт споживає електроенергію нормально для своєї ділянки розбиття рангового розподілу.

Якщо точка знаходиться нижче довірчого інтервалу, то це, як правило, свідчить про порушення нормального технологічного процесу електроспоживання на даному об'єкті.

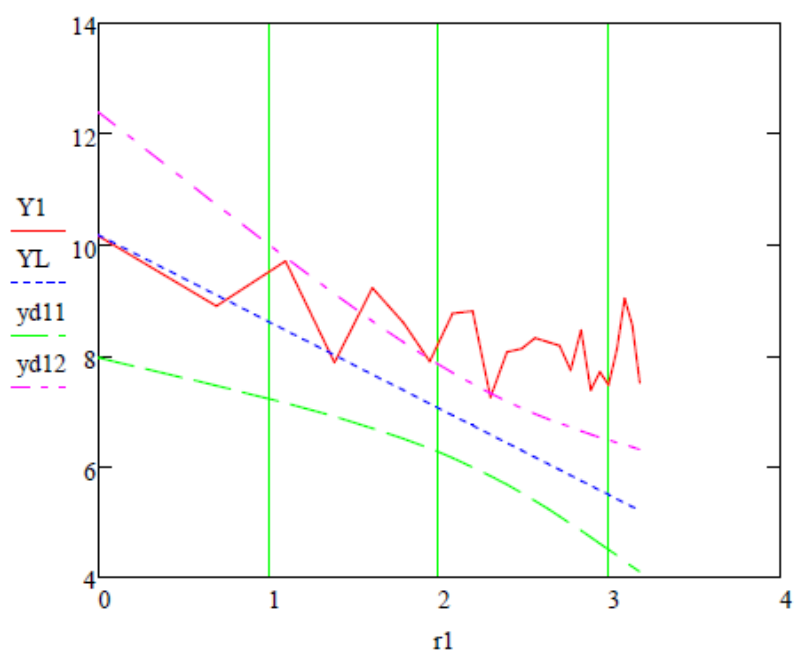
Якщо точка знаходиться вище інтервалу, то на відповідному об'єкті має місце аномально велике споживання електроенергії. Саме на ці об'єкти в першу чергу повинно націлюватися поглиблене енергетичне обстеження (рис. 3.6 – рис. 3.9).

Завдяки аналізу довірчого інтервалу можна оцінювати в будь-який момент часу і прогнозувати зміну в майбутньому динамічних властивостей як техноценоз в цілому, так і його об'єктів зокрема.

Проведення інтервального оцінювання допомагає визначити об'єкти техноценозу, які аномально споживають енергію та потребують першочергової модернізації та впровадження ЗЕЗ. Завдяки цьому ми можемо прогнозувати розвиток локальної енергетичної системи, детальний розрахунок якого наведено у Додатку Б, за допомогою використання програмного забезпечення MatchCAD .

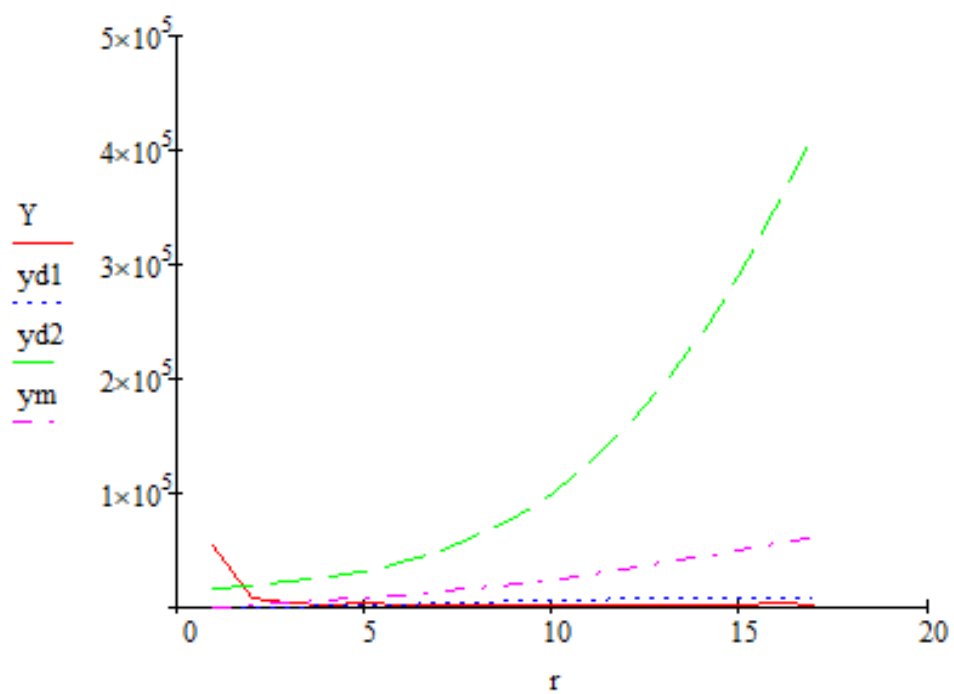


a)

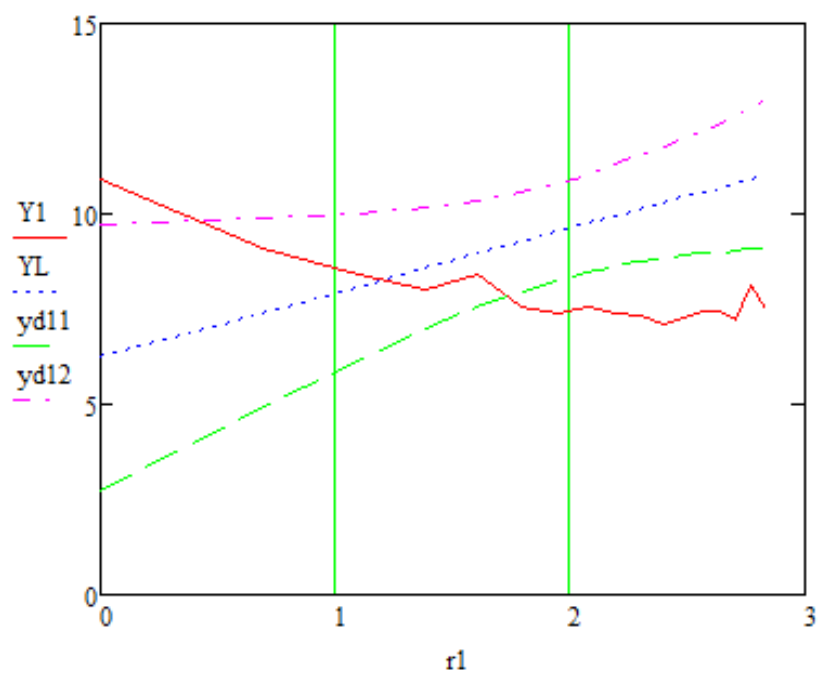


б)

Рисунок 3.6 - Гаусовий довірчого інтервалу для ДНЗ з електроспоживання: а) ранговий розподіл; б) експоненціальний розподіл

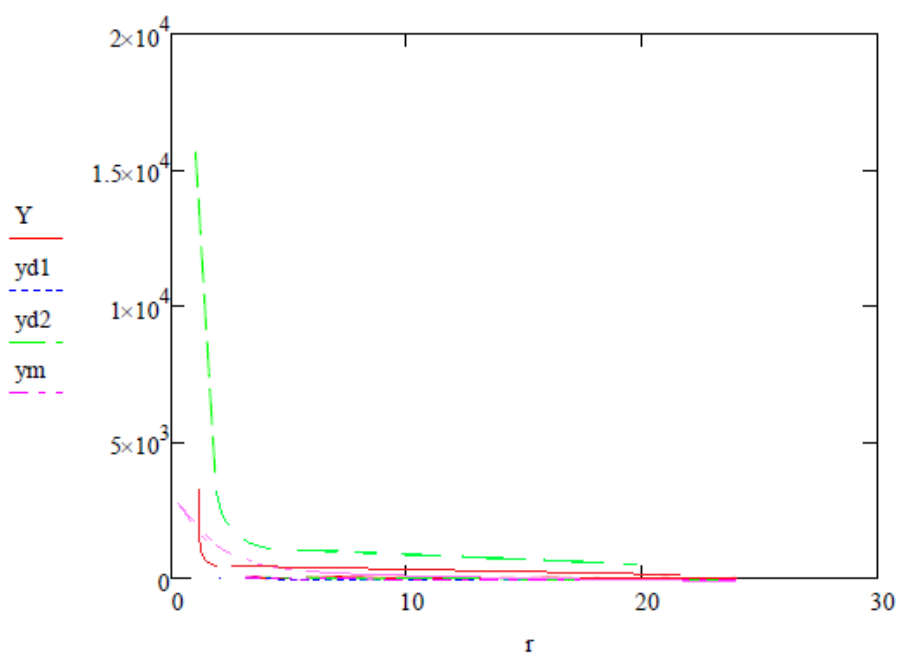


а)

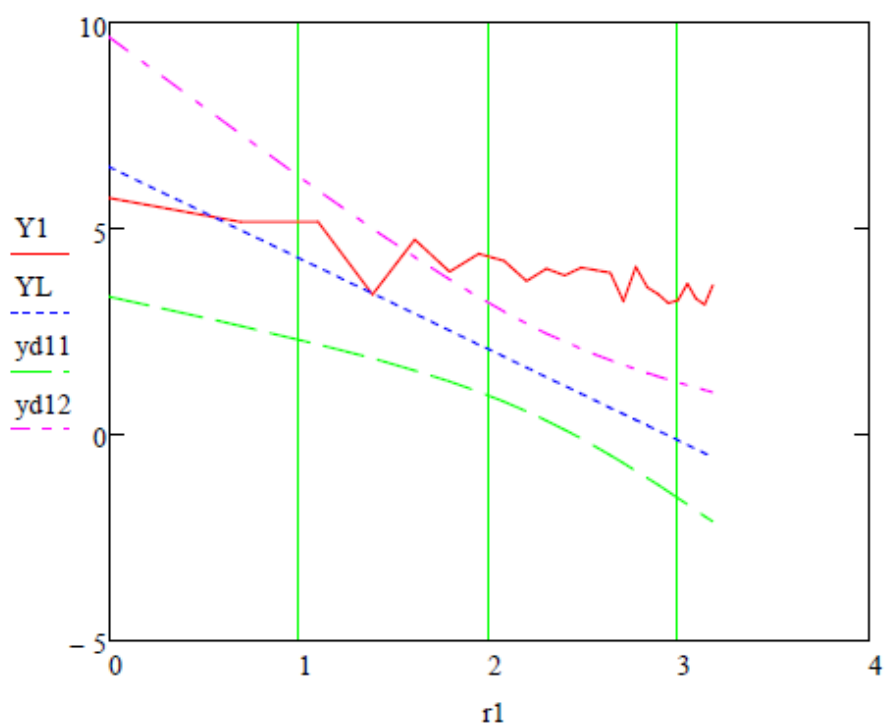


б)

Рисунок 3.7 - Гаусовий довірчого інтервалу для ЗОСШ з електроспоживання: а) ранговий розподіл; б) експоненціальний розподіл

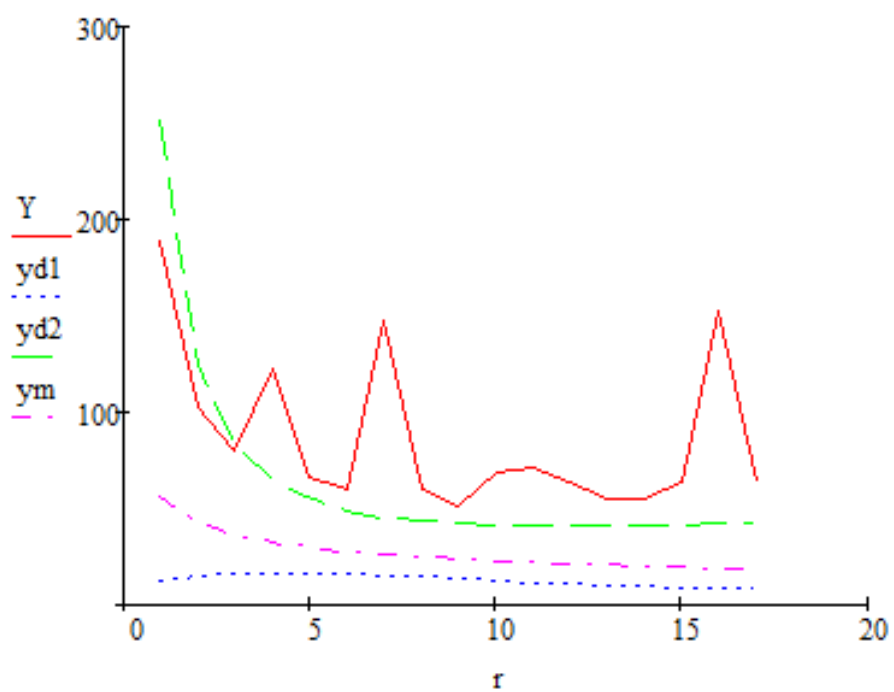


а)

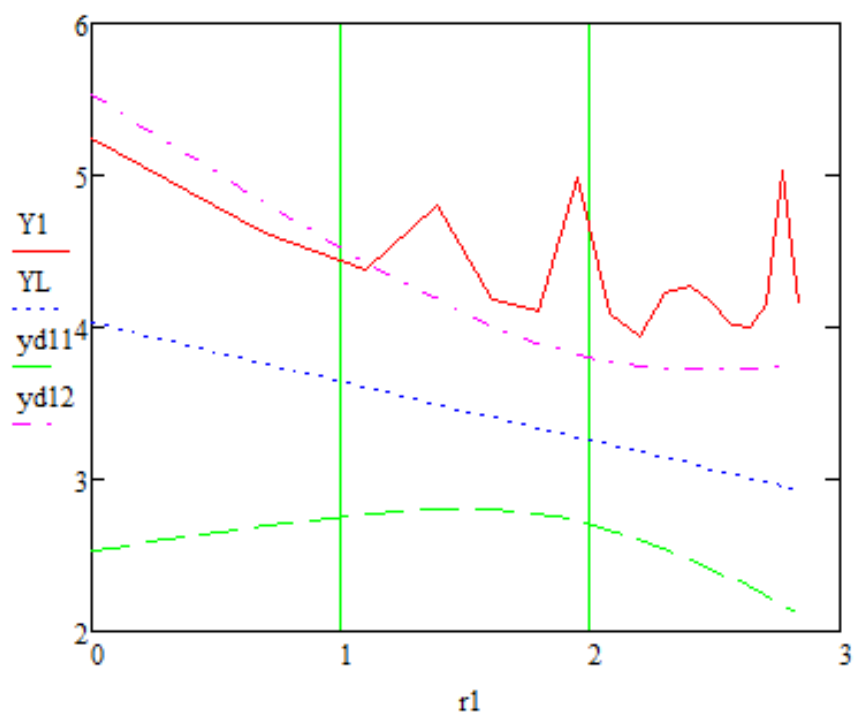


б)

Рисунок 3.8 - Гаусовий довірчого інтервалу для ДНЗ з теплоспоживання:
а) ранговий розподіл; б) експоненціальний розподіл



а)



б)

Рисунок 3.9 - Гаусовий довірчого інтервалу для ЗОСШ з теплоспоживання: а) ранговий розподіл; б) експоненціальний розподіл

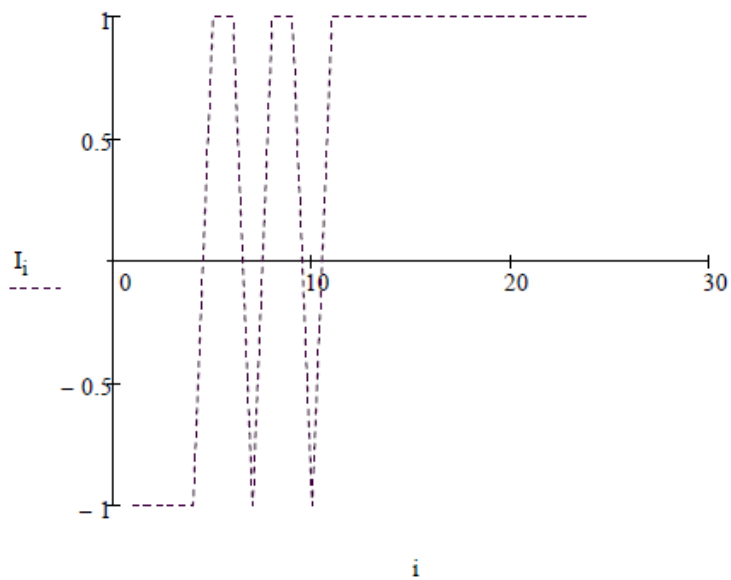


Рисунок 3.10 – Інтервальне оцінювання для ДНЗ з аномального електроспоживання

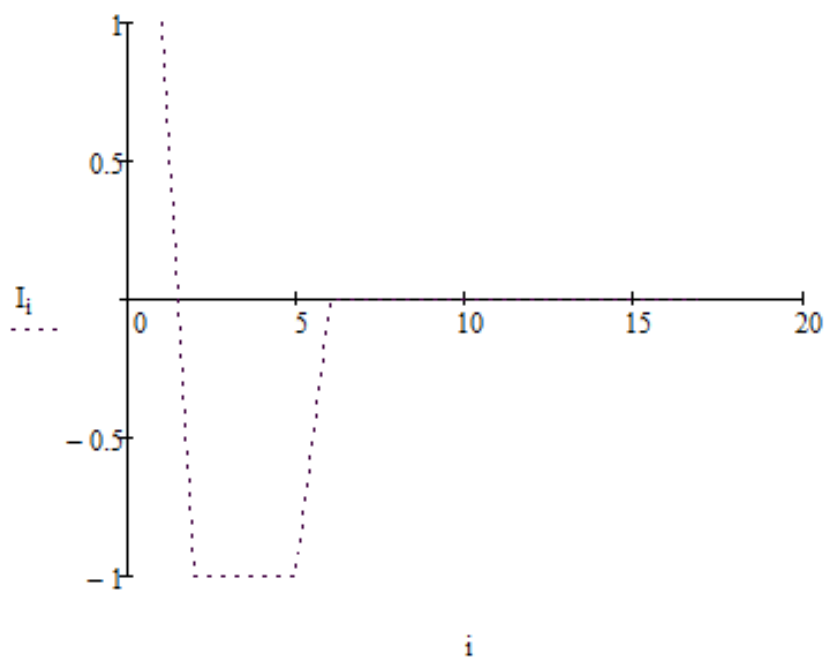


Рисунок 3.11 – Інтервальне оцінювання для ЗОСШ з аномального електроспоживання

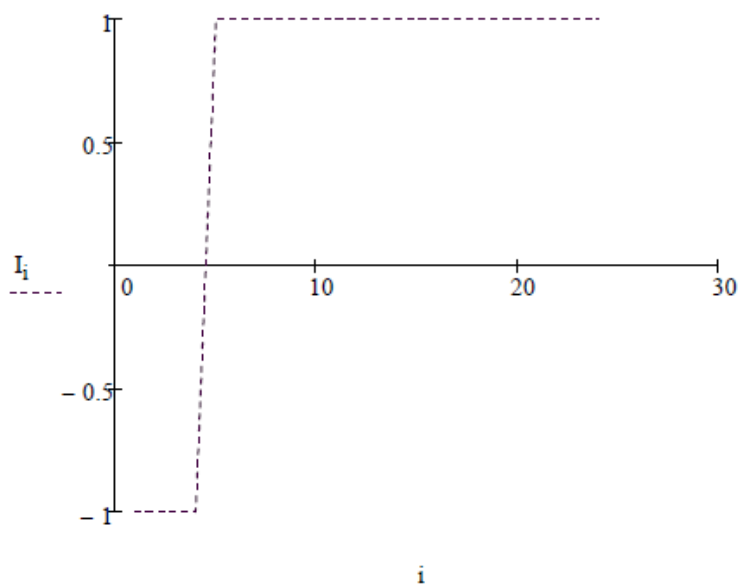


Рисунок 3.12 – Інтервальне оцінювання для ДНЗ з аномального теплоспоживання

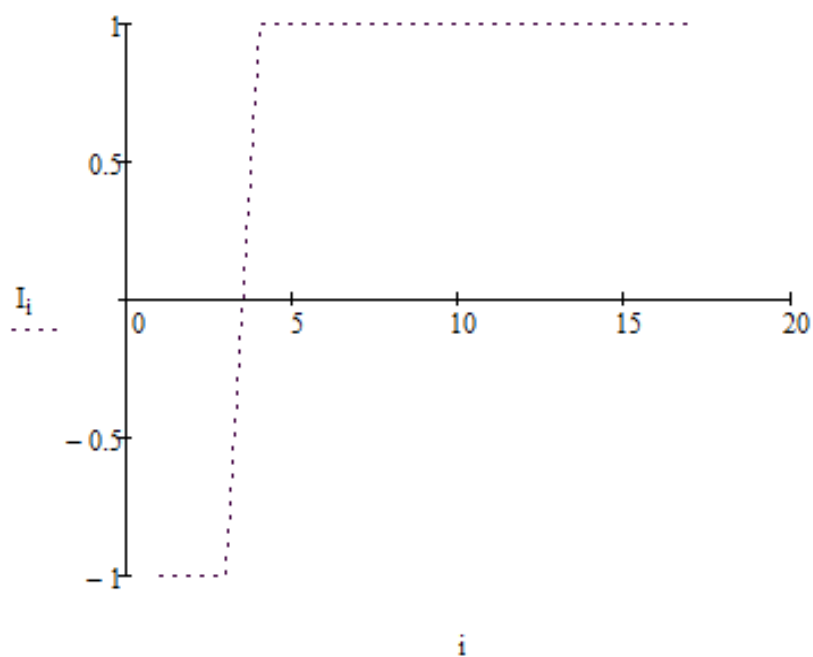


Рисунок 3.13 – Інтервальне оцінювання для ЗОСШ з аномального теплоспоживання

Згідно рис. 3.10 - рис. 3.13 більшість навчальних закладів Солом'янського району міста Києва потребують першочергової модернізації

та впровадження ЗЕЗ. Результати аналізу занесемо у табл. 3.10, в якій відображено кількість закладів освіти з аномальним енергоспоживанням.

Таблиця 3.10 - Кількість закладів освіти з аномальним енергоспоживанням.

Вид закладу	Аномальне електроспоживання, кіл-ть	Аномальне теплоспоживання, кіл-ть
ДНЗ	9	12
ЗОСШ	5	14

3.3 Оцінка потенціалу впровадження гнучкої генерації з точки зору розвитку ЛЕС

Оцінка потенціалу дозволяє планувати заходи, ставити цілі і способи їх досягнення, що, в свою чергу, є однією з найважливіших умов втілення системного підходу до впровадження інновацій та розвитку ЛЕС.

Аналізуючи статистичні дані, зробимо висновок, що більшість ЛЕС недостатньо уваги приділяють впровадженню і реалізації інновацій, що є наслідком відсутності інноваційної політики.

Для якісної оцінки потенціалу впровадження гнучкої генерації з точки зору розвитку ЛЕС, пропонується взяти за основу систему показників, які представлені в табл. 3.11 [71].

Оцінка й аналіз рівня інноваційного потенціалу дозволяє конкретно планувати заходи, ставити цілі і способи їх досягнення, що, в свою чергу, є однією з найважливіших умов втілення системного підходу до впровадження інновацій, розвитку творчої активності кадрів .

Враховуючи, що частина показників може мати тільки якісну оцінку, для аналізу стану інноваційного потенціалу підприємства можна рекомендувати використання бальної оцінки його елементів [71].

Така оцінка здійснюється за допомогою розробленої шкали балів кожного показника і коефіцієнтів, які визначають важливість кожного елементу у формуванні інноваційного потенціалу підприємства.

Таблиця 3.11 – Система показників оцінки потенціалу впровадження гнучкої генерації

Група	Показники
Перша – показники оцінки виробничо-технологічного потенціалу (ВТП)	1. Вартість та ступінь зносу основних технічних засобів ЛЕС
	2. Фондовіддача, матеріаломісткість
Друга – показники оцінки кадрового потенціалу (КП)	1. Коефіцієнт підвищення професійних вимог
Третя – показники оцінки науково-технічного потенціалу (НТП)	1. Об'єм інноваційних технологій, щодо розвитку ЛЕС , %
Четверта – показники оцінки споживчого сегменту потенціалу (ССП)	1. Обсяг впроваджених інноваційних технологій
	2. Взаємодія ЛЕС з постачальниками ПЕР підприємствами-розробниками інновацій, споживачами
	3. Аналіз попиту на інновації
П'ята – показники оцінки управлінсько-організаційного потенціалу (УОП)	1. Організація процесу планування розвитку ЛЕС
	2. Форми управління інноваційною діяльністю, система стратегічного і тактичного планування

Оцінка потенціалу впровадження РГ в ЛЕС та ступінь використання потенціалу визначають інноваційні можливості і сприйнятливість ЛЕС до нововведення.

Відповідно до цієї методики кожному з перерахованих вище елементів інноваційного потенціалу підприємства (і тим, що визначаються за допомогою коефіцієнтів, і іншим) присвоюється відповідна бальна оцінка:

- 0 балів – зовсім не використовується потенціал елементу;
- 1 бал – низький рівень використання потенціалу елементу;
- 2 бали – середній рівень використання потенціалу елементу;
- 3 бали – високий рівень використання потенціалу елементу.

Ці показники групуються за відповідною ознакою і кожній групі присвоюється відповідні бали, які визначаються за допомогою експертів. Результати оцінки формуються у вигляді табл. 3.12.

За результатами аналізу оцінок табл. 3.12 робиться висновок про можливість ЛЕС впровадження гнучкої генерації.

Таблиця 3.12 - Приклад бальної оцінки складових потенціалу впровадження гнучкої генерації в ЛЕС

Складові	Параметри	Бали
1. Виробничі можливості (ВМ)	1.1. Рівень використання виробничої потужності	3
	1.2. Рівень прогресивності застосованих технологій	1
	1.3. Рівень гнучкості виробництва	1
Підсумкова оцінка ВМ		5
2. Кадрові можливості (КМ)	2.1. Рівень кваліфікації персоналу	2
	2.2. Рівень готовності ЛЕС до змін	1
Підсумкова оцінка КМ		3
3. Науково-технічні можливості (НТМ)	3.1. Рівень витрат на наукові розробки в собівартості товарної продукції	2
	3.2. Рівень використання розробок	1
Підсумкова оцінка НТМ		3
4. Маркетингові можливості (ММ)	4.1. Ефективність використання каналів розподілу ПЕР	1
	4.2. Гнучкість цінової політики	2
	4.3. Ефективність системи збуту	2
Підсумкова оцінка ММ		5
5. Організаційні можливості (ОМ)	5.1. Рівень впровадження гнучкої генерації	1
	5.2. Рівень відповідності гнучкої генерації, щодо інноваційному розвитку ЛЕС	3
	5.3. Розвиненість системи інформаційного забезпечення	1
Підсумкова оцінка ОМ		5

В представленому прикладі, проведене дослідження показало, що потенціалу впровадження гнучкої генерації в ЛЕС має високий рівень, щодо впровадження. Реалізація запропонованого напрямку розвитку ЛЕС дасть змогу значно прискорити процес активізації інноваційної діяльності, підвищити рівень його інноваційного потенціалу й ефективно використовувати внутрішні та залучені зовнішні інвестиції.

3.4 Аналіз заміщення традиційної генерації на гнучку в ЛЕС.

Аналіз заміщення традиційної генерації на гнучку в ЛЕС та формування підходу до його розвитку складний і тому пропонується застосувати метод SWOT-аналізу – ефективний інструмент комплексного оцінювання ситуації з метою ухвалення стратегічних рішень про те, що може зробити для підвищення ефективності управління через впровадження інновацій.

SWOT-аналіз – могутніший методологічний інструмент, що дає змогу оцінити реальний наявний ресурс, який буде задіяний для розв’язання проблеми, оцінити негативний вплив існуючих факторів, з’ясувати перешкоди, які виникають у процесі розв’язання проблеми, та який зовнішній ресурс можливо задіяти. Цей метод необхідно використати для того, щоб сфокусувати ті критичні проблеми, які мають перспективний вплив на ситуацію, щоб бажані завдання та результати стали більш ясними.

Для того щоб розуміти основні напрямки та перспективи розвитку ЛЕС проведемо SWOT - аналіз даного питання. У ньому відбивається аналіз внутрішньої зовнішнього середовища, сильні і слабкі сторони, а також загрози та можливості для розвитку розподіленої енергетики в Україні, представлені в табл. 3.13 .

Ситуації, що складаються в даному випадку, наступні. Поле "сила-можливості" – для оцінки інноваційної позиції підприємств є самим сприятливим квадрантом. Нема необхідності будь-що змінювати або до чогось готуватися. Поле "сила-загрози" – фіксує ті чинники інноваційного клімату, що обмежують використання сильних сторін інноваційного потенціалу. Потрібно передбачити спеціальні заходи зі збереження сильних сторін. Поле "слабкість-можливості" – передбачає реалізацію раніше обраних заходів з посилення інноваційного потенціалу тому, що зовнішнє середовище в даному випадку не додає керівництву проблем. Поле "слабкість-загрози" – є найскрутнішим становищем для фірм. Зниження загроз можливо тільки радикальним перетворенням стану організацій.

Таблиця 3.13 – SWOT –аналіз розвитку локальної енергетичної системи

Сильні сторони (Strength)	Слабкі сторони (Weaknesses)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Висока технологічна ефективність; 2. Підвищення екологічної ефективності; 3. Масштабованість, компактність; 4. Короткий термін введення в експлуатацію 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Складність технічного регулювання ; 2. Труднощі при приєднанні до мереж; 3. Мінливість виробництва енергії з боку ВДЕ.
Можливості (Opportunities)	Загрози (Threats)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ефективне використання електричної та теплової видів енергії в локальних енергосистемах, ресурсозбереження, впровадження заходів з енергозбереження; 2. Енергетична незалежність; 3. Використання місцевих енергетичних ресурсів; 4. Застосування інноваційних технологій - це впровадження сучасних джерел поновлюваних енергії. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Недосконалість процесів організації та управління енергозабезпеченням регіонів; 2. Зношеність й технологічна відсталість об'єктів генерації електричної і теплової енергії, транспортних та розподільчих мереж електричної і теплової енергії та природного газу; 3. Значні втрати при виробництві, транспортуванні, розподілі й особливо при споживанні енергії; 4. Незадовільне фінансове становище більшості об'єктів локальної енергетики;

Незважаючи на виявлені слабкі сторони і загрози, гнучка генерація має суттєве значення для ефективного розвитку всієї енергетичної системи України в цілому, оскільки має велику кількість переваг.

Одним із напрямків розвитку ЛЕС є локальні системи децентралізованої генерації та накопичення енергії. Вони можуть забезпечувати гнучкість у використанні енергетичних ресурсів або навіть повну незалежність кінцевих користувачів від теплової та електричної енергій. При цьому мережеві оператори теж отримують додаткові переваги: системи розподіленої генерації допомагають регулювати потребу в електроенергії для зниження пікових навантажень, коли інфраструктура знаходиться на межі пропускної здатності.

Висновок

1. У роботі застосовується та адаптується техноценологічний підхід для прогнозування розвитку ЛЕС. Актуалізується визначення обсягів електроенергетики і потужності для ЛЕС для кінцевого споживача на підставі проведення детального аналізу місячних і річних об'єктів енергопостачання, а саме для 41 закладів освіти Солом'янського району міста Києва.

2. Процедура прогнозування розвитку ЛЕС складається в спільній роботі табульованих і графічних рангових розподілів. Порівняно графічні розподіли з ідеальною ранговою кривою, після чого визначено об'єкти ЛЕС, на яких необхідно впроваджувати ЗЕЗ, щоб точки з реальної кривої рангового розподілу прагнули лягти на ідеальну рангову криву.

3. Запропоновано використання новітніх технологічних рішень для закладів, щодо розвитку ЛЕС. Та проведено оцінку потенціалу впровадження ГГ, що дозволяє планувати заходи, ставити цілі і способи їх досягнення.

4 ФОРМУВАННЯ ПРОГРАМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

4.1. Розробка алгоритму прогнозування рівнів розвитку ЛЕС з врахуванням енергоекологічних критеріїв та соціальних вимог.

Системна інтеграція та більш ефективне управління попитом відкривають нові можливості для розвитку ЛЕС. Інтелектуальні енергосистеми уможливають здійснення заходів з управління попитом. Такі технології як передова вимірювальна інфраструктура, концепція інтелектуальної мережі і реверсивні інтелектуальні лічильники створюють умови для впровадження програм управління попитом і стимулюють споживачів стати активними учасниками систем електропостачання. Ці підходи можуть стимулювати більш ефективне енергоспоживання, допомагають регулювати електричне навантаження і підвищують маневреність систем.

У зв'язку з цим передбачається виконання комплексу робіт з модернізації, реконструкції та технологічного переоснащення електричних мереж і енергетичних об'єктів на основі новітніх технологій, сучасного обладнання і новітніх методів керування з метою програми модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу.

Алгоритм розвитку прогнозування рівнів ЛЕС (рис 4.1):

Крок 1. Контроль енергоспоживання ЛЕС

Об'єктами ЛЕС можуть виступати: - навчально освітні заклади (ЗОСШ, ДНЗ), тощо. Контроль енергоспоживання ЛЕС необхідний для складання спеціальної бази даних, що включає максимально систематизовану і стандартизовану, досить повну і в той же час без зайвих подробиць інформацію про об'єкти.

Кожен об'єкт характеризується параметрами стану, які характеризують його роботу. Тут визначаються характеристика природних і кліматичних умов розміщення об'єктів, технічні та фінансово-економічні показники функціонування об'єкта.

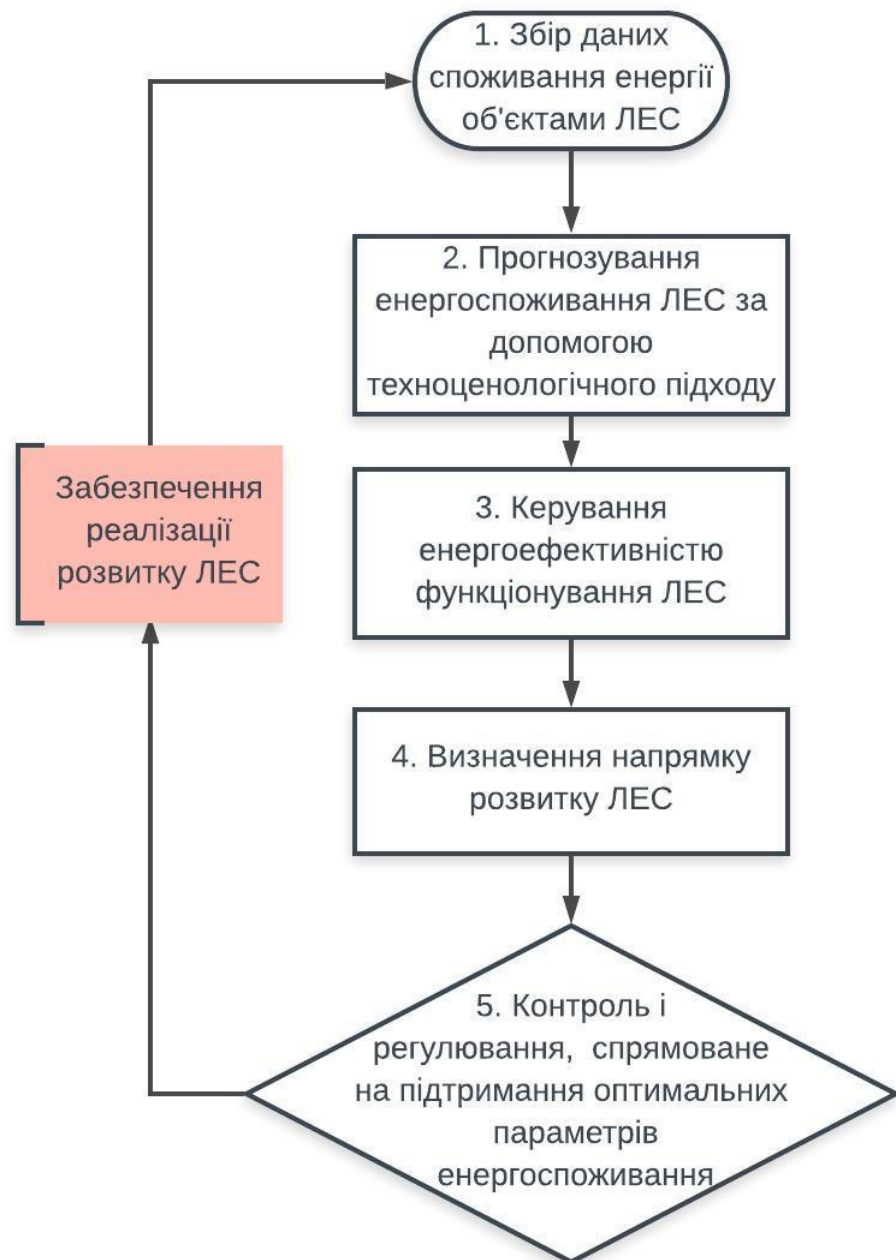


Рисунок 4.1 - Алгоритм розвитку прогнозування рівнів ЛЕС

Крок 2. енергетичне прогнозування енергоспоживання (використання алгоритму техноценологічного аналізу)

Так як, за допомогою техноценологічного проводиться прогнозування розвитку ЛЕС та аналіз аномальних зон з визначенням закладів, що туди потрапили. То, складання алгоритму техноценологічного аналізу є одним із рівнів алгоритму прогнозування розвитку ЛЕС.

Алгоритм рангового аналізу (рис 4.2):

1. Виділяється техноценоз (ЛЕС). Важливо відзначити, що техноценоз повинен бути локалізована в просторі і часі, і представляти собою жодне технічне виріб, а їх сукупність, пов'язану слабкими зв'язками. Для опису техноценозу, складають спеціальну базу даних, що включає максимально систематизовану і стандартизовану, досить повну і в той же час без зайвих подробиць інформацію про об'єкти техноценозу.

2. У техноценозі виділяються елементи (в разі ЛЕС - заклади освіти, тощо) і параметр по якому буде проводитися дослідження (місячне енергоспоживання протягом декількох років) Елементи техноценозу виділяються на основі бази даних, складеної раніше

3. Галузі розподіляються по рангах. Перший ранг присвоюється закладу освіти з найбільшим електроспоживання балансується, далі за зменшенням енергоспоживання.

4. Розраховується характеристичний коефіцієнт β . Коефіцієнт β визначає ступінь крутизни кривої гіперболічного Н-розподілу.

5. Будується графік, що показує динаміку характеристичного показника β для певного часового проміжку.

6. Будується графічне рангове розподіл. Для цього по осі абсцис вказуються заклади освіти, а по осі ординат їх енергоспоживання за певний проміжок часу.

7. Для того щоб здійснити аналіз динаміки техноценоз необхідно перейти до структурно-топологічної динаміці. Ця динаміка представлена графічним зображенням, а саме інтервальним оцінюванням для закладів освіти з аномальним енергоспоживанням. Дана динаміка відображає зміну рангів видів техноценозу в залежності від часу. Після проведення даного аналізу можна приступати до прогнозування електроспоживання на основі техноценологічного підходу.

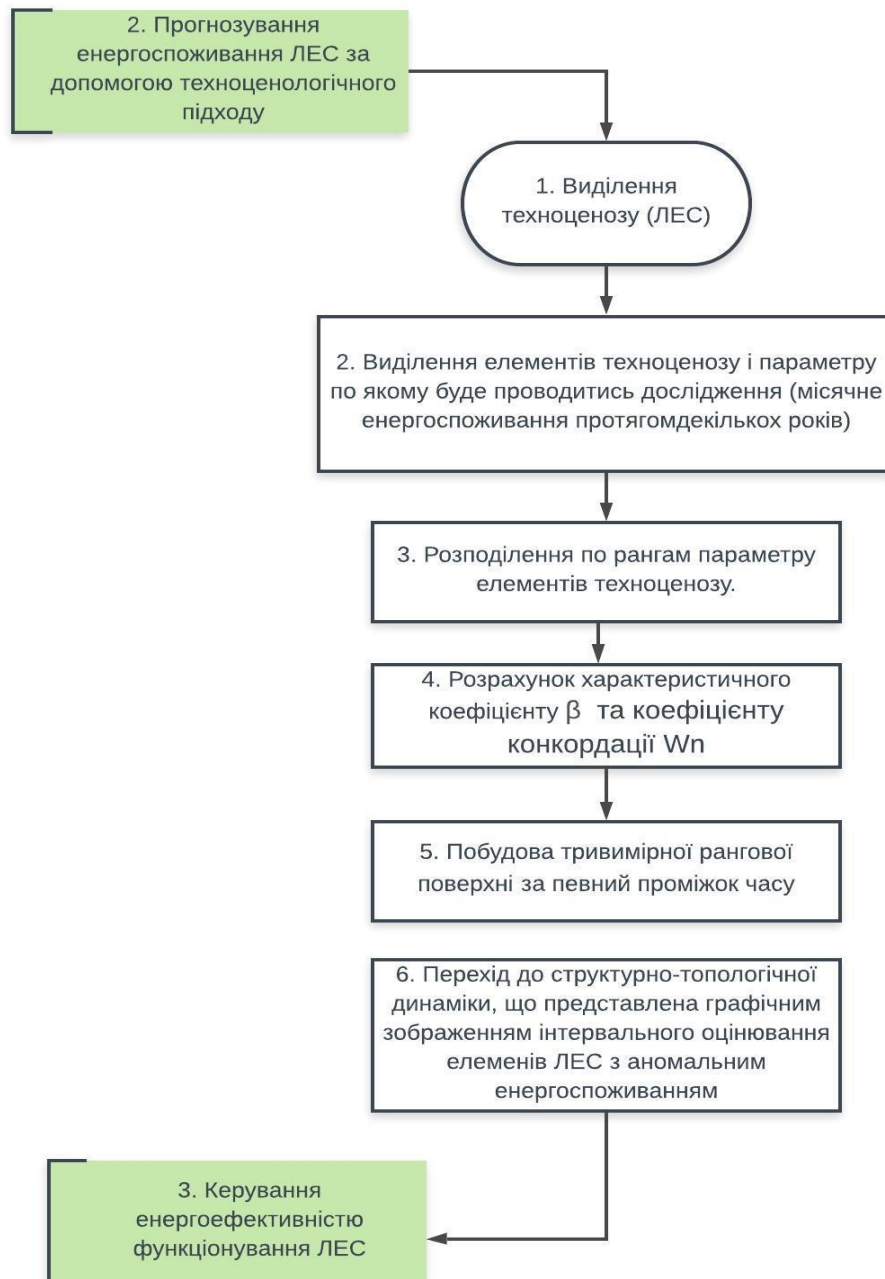


Рисунок 4.2 - Алгоритм рангового аналізу прогнозування енергоспоживання елементами ЛЕС

Крок 3 - Керування енергоефективністю функціонування локальної системи.

Проведення комплексного аналізу діючої системи з енергоефективності з використанням результатів власного проведеного аналізу. Також, затвердження базової лінії енергоспоживання, з фіксацією часових проміжків.

Крок 4 – Визначення напрямку розвитку ЛЕС (визначаються ЗЕЗ, які впроваджуються після аналізу проведених розрахунків)

Визначення енергетичних цілей та задач розвитку ЛЕС, визначення планового рівня енергоспоживання. Якщо підприємство має задокументовані енергетичні цілі, їх варто переглянути, прийняти/ відхилити/внести корективи.

Крок 5 – Контроль і регулювання, спрямоване на підтримання оптимальних параметрів енергоспоживання.

Визначення факторів, що привели до більш ефективного використання енергоресурсів у чи найбільш ефективних ланках технологічного процесу в ЛЕС. Проведення дослідження найбільш успішних інновацій у напрямі енергоефективності на ринку. Аналіз зовнішніх та внутрішніх можливостей розвитку ЛЕС зображено на рис. 4.3.

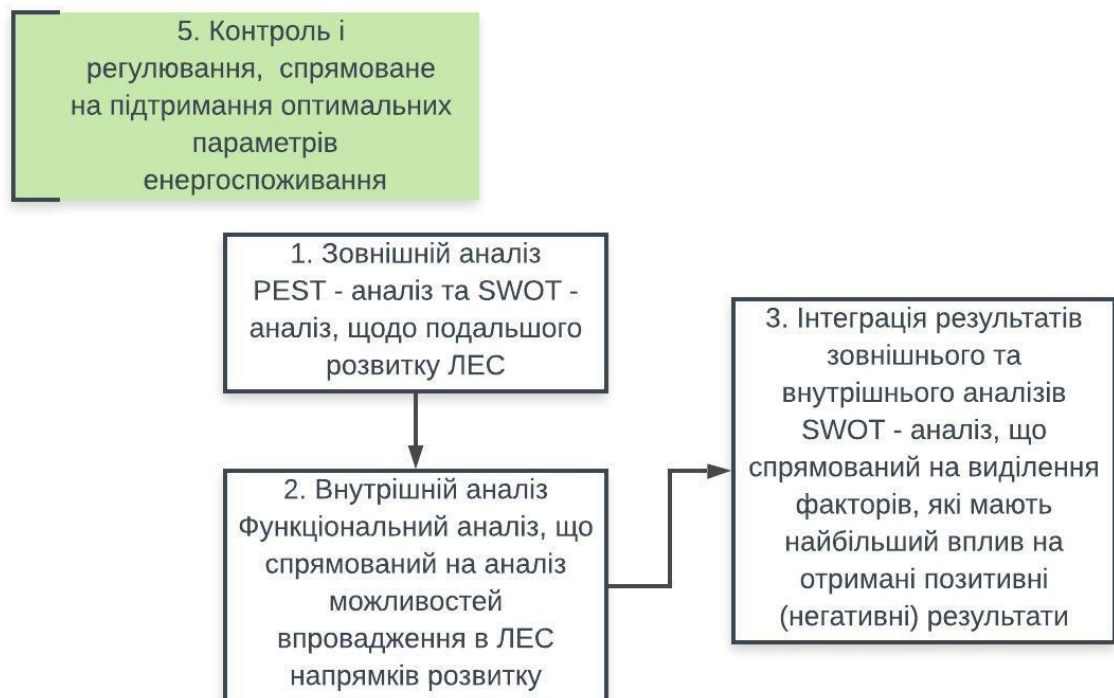


Рисунок 4.3 – Аналіз зовнішніх та внутрішніх можливостей розвитку ЛЕС

Завершення аналізу отриманих даних, щодо результатів інноваційної діяльності у напрямі розвитку ЛЕС; проведення порівняння з прогнозами та

визначення невідповідностей; корегування отриманої інформації щодо інновацій.

Техноценологічний прогноз розвитку ЛЕС є короткостроковим, що є позитивним фактором в циклічності проведення алгоритму розвитку прогнозування рівнів ЛЕС.

Це сприяє прийняттю рішень, щодо необхідних змін; моніторинг впровадження; повторне дослідження, у разі невідповідності очікуваного результату чи неможливості реалізації обраних заходів з енергоефективності у робочу практику

4.2. Формування програми модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу.

Програма модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного може бути сформована згідно концепції Smart Grid. Використання технологічних платформ є ефективним засобом розробки та реалізації програм розвитку енергетичної галузі.

В Україні процес створення інтелектуальної енергосистеми потрібно розглядати як комплекс взаємозв'язаних завдань політичного, економічного, екологічного та соціального характеру.

Програма створення інтелектуальної енергосистеми повинна враховувати перелік таких положень та необхідних умов:

1. Розвиток електроенергетики країни має виходити за межі галузевих програм та повинен розглядатися як національна програма, що пов'язана з іншими національними проектами та програмами.

2. Основною метою повинні бути якісні зміни та розвиток технологічного потенціалу національної електроенергетики, що відповідає світовим тенденціям розвитку.

3. Технологічна платформа повинна забезпечити зв'язок між науковими дослідженнями та розробками, бізнесом, суспільними та державними інтересами для формування довгострокової стратегії розвитку.

4. Завдання програми повинні враховувати наявний рівень наукового, організаційно-економічного, технологічного потенціалу та ресурсів електроенергетики.

5. Розробка програми повинна враховувати розгляд декількох сценаріїв розвитку на основі концепції Smart Grid.

Для забезпечення процесу перетворення української електроенергетики у програмі доцільно передбачати формування організаційного механізму, який повинен враховувати різні рівні управління даним процесом. Важливим елементом такого механізму повинна бути технологічна платформа.

У процесі створення та функціонування такої платформи повинні взяти участь відповідні міністерства та відомства, наукові установи, енергетичні компанії, виробники електрообладнання, громадські організації.

Спираючись на технологічний розвиток, що пропонує концепція, в ЛЕС повинні відбутися наступні технологічні зміни, які відображено на рис. 4.4 та рис. 4.5.

Рис. 4.4 відображає алгоритм впровадження концепції Smart Grid в ЛЕС, що є одним із кроків алгоритму розвитку прогнозування рівнів ЛЕС.

На рис. 4.5 зображено більш детальний опис інтелектуалізації мережі ЛЕС.

В цьому сенсі впровадження концепції Smart Grid багато в чому залежить від загальної стратегії розвитку ЛЕС.

В нашій країні відсутня, на відміну від європейських, система штрафів за виникнення перебоїв в електропостачанні, порушення якості електроенергії або аварій в мережах. Законодавчо встановлені норми по якості в мережах не виконуються, відсутні економічні стимули.

При стратегії впровадження технологій Smart Grid необхідно враховувати такі положення:

- підвищення надійності електропостачання споживачів;
- зниження втрат електроенергії у всіх елементах мережі;
- підвищення якості електричної енергії;

- створення умов для надійного розвитку галузей промисловості, а також будівництва;
- розвиток альтернативних джерел живлення та поєднання в єдину енергетичну систему на умовах взаємовигідних з законодавчим закріпленням.

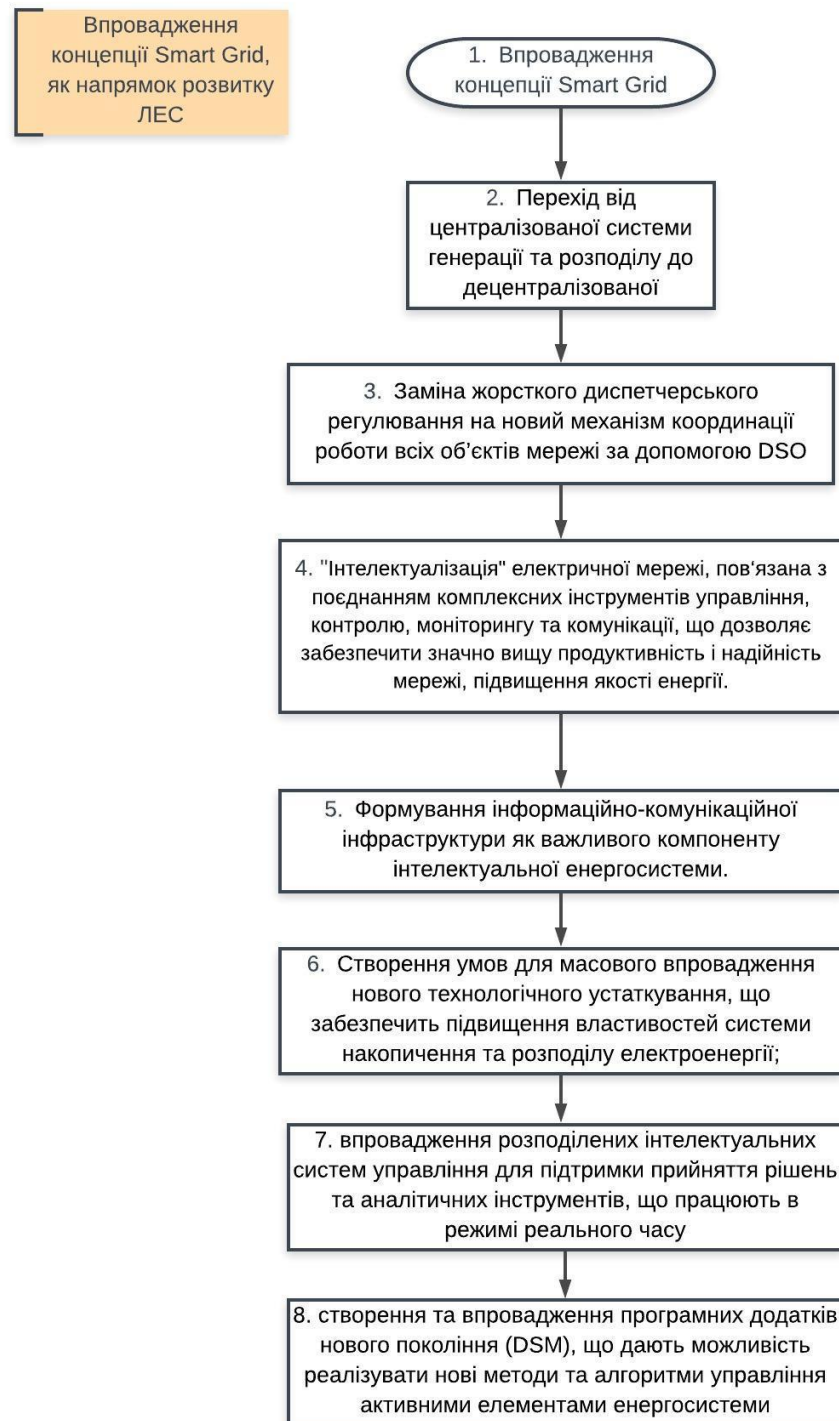


Рисунок 4.4 - Алгоритм впровадження концепції Smart Grid в ЛЕС

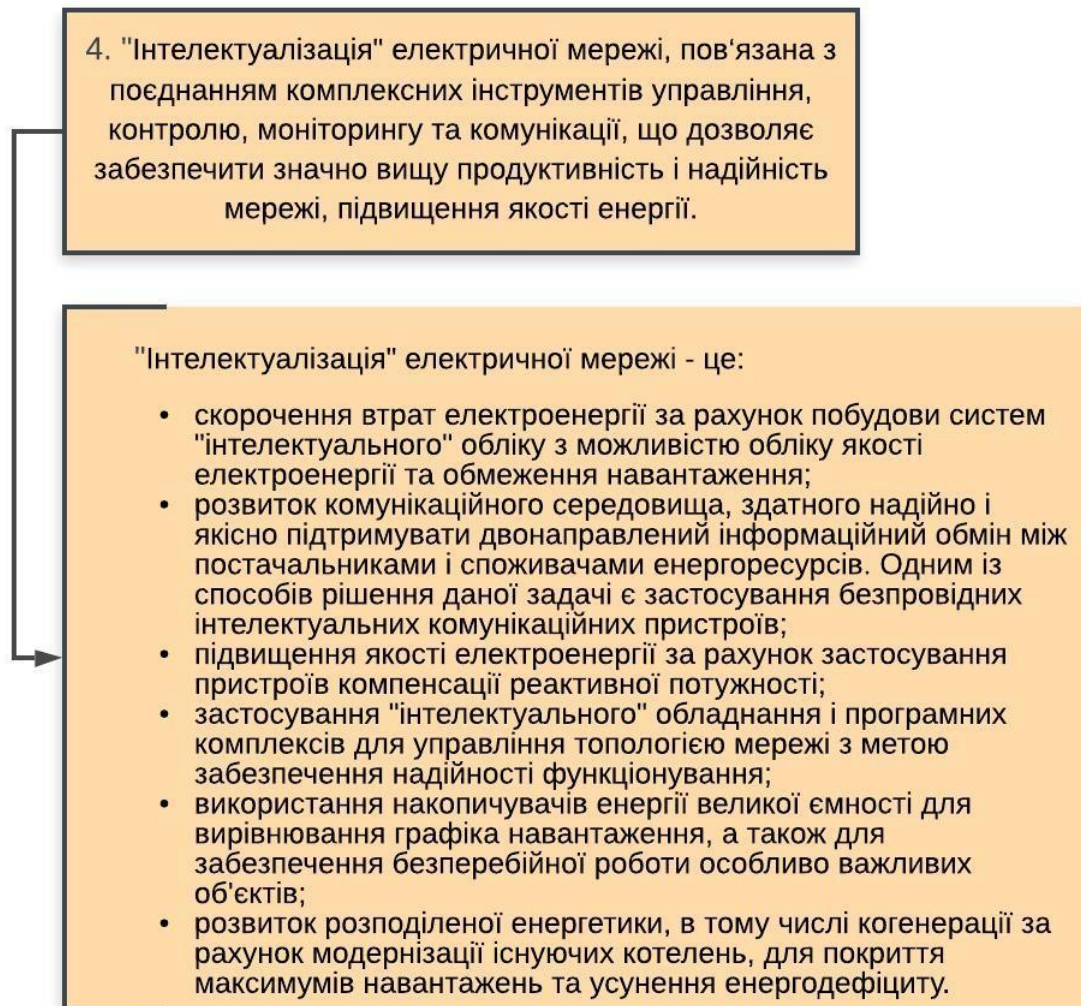


Рисунок 4.4 - Детальний опис інтелектуалізації мережі ЛЕС

Враховуючи вищесказане, процес розвитку ЛЕС згідно концепції Smart Grid займе не менше 20 — 30 років. На шляху перебудови потрібно буде вирішити певний перелік політичних, технологічних, економічних, соціальних, екологічних та інших взаємопов'язаних проблем. При цьому слід враховувати, що причини переходу до Smart Grid в ЛЕС може відрізняються стартовими умовами, потенціалом та досвідом управління у проведенні масштабних перетворень.

Повна програма модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу зображена на рис. 4.5.

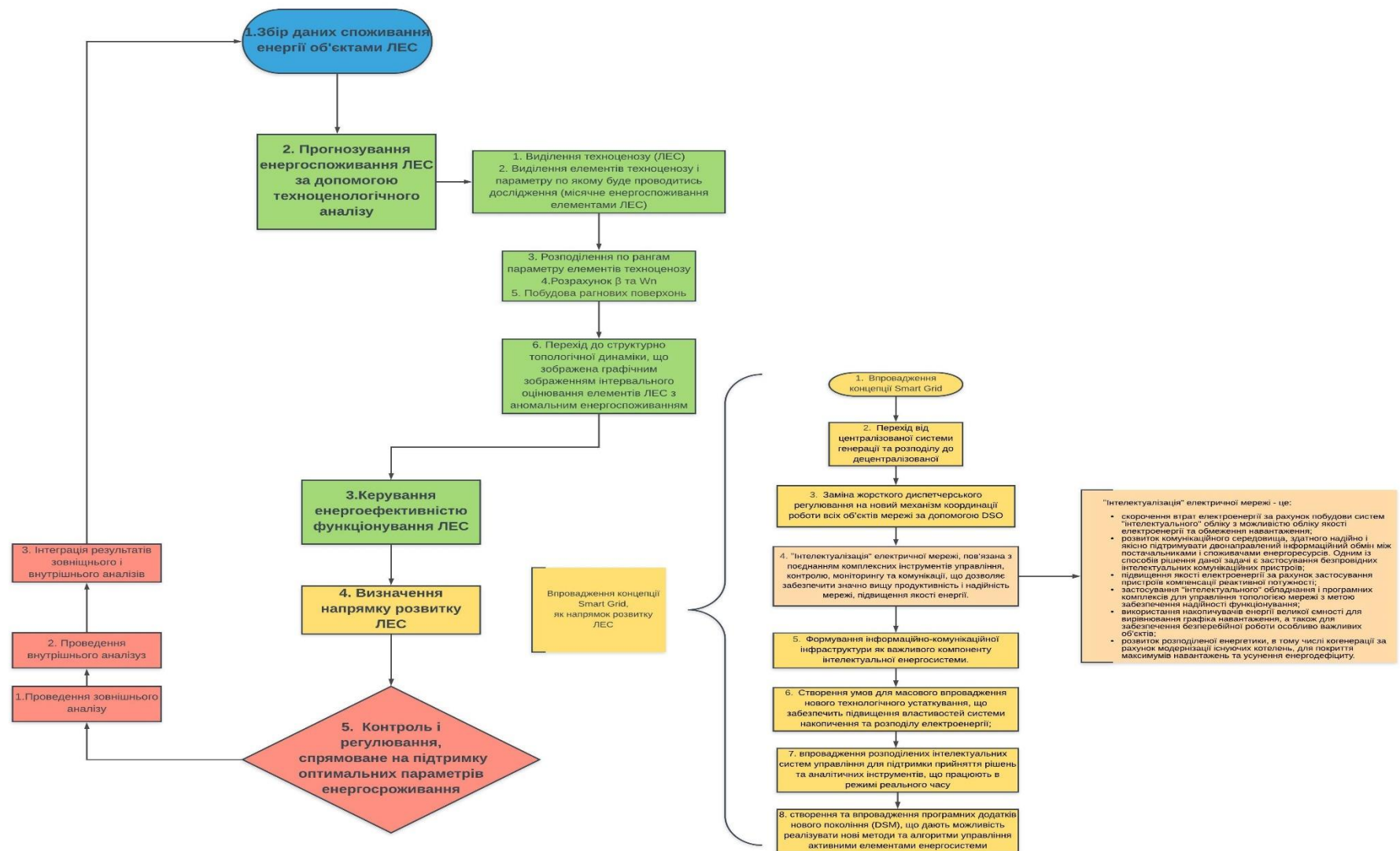


Рисунок 4.5 - Повна програма модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу

4.3. Складення результату прогнозування розвитку як пропозиції для обленерго.

Програма модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу, належить до сфери енергозбереження, шляхом раціонального споживання енергії за допомогою впровадження напрямку розвитку ЛЕС. Тому даний проект відноситься до категорії енергоефективності, а як наслідок і до скорочення викидів CO₂.

Програма дає змогу контролювати енергоспоживання в ЛЕС. Впровадження програми модернізації може впроваджуватись в обленерго за рахунок розгляду обленерго як ЛЕС.

Реалізація потенціалу енергозбереження полягає в структурно-технологічній перебудові економіки регіону і подальшому удосконаленні адміністративних та економічних механізмів, що сприяють підвищенню енергоефективності та енергозбереженню.

Програма сприяє координації дій місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, територіальних органів міністерств та інших центральних органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій всіх форм власності у розв'язанні проблем скорочення високої енергоємності валового регіонального продукту, зменшення споживання енергоресурсів бюджетними установами та енергозалежності регіональної економіки.

Проблема неефективного використання енергоресурсів присутня в усіх секторах економіки областей, також у бюджетних сферах та у житлово-комунальних господарствах областей. Довгий термін експлуатації призвів до зношеності котельного та технологічного обладнання, що використовується для теплопостачання. Це, в свою чергу, призвело до надмірних витрат ПЕР, понад нормованих витрат енергії, а отже - до підвищення тарифів та збільшення витрат населення на закупівлю комунальних послуг. Як наслідок, перевитрати ПЕР призвели до збільшення бюджетних видатків та значного підвищення вартості житлово- комунальних послуг.

Особливо гострою є проблема енергозбереження для бюджетних організацій. З одного боку, це обумовлено соціальним значенням цих об'єктів, з іншого боку, наявністю морально застарілого, низькоефективного котельного обладнання та відсутності реалізації енергозберігаючих заходів, що в свою чергу є одними з основних причин дефіциту коштів у бюджетах усіх рівнів.

В сучасних складних соціально-економічних умовах, у зв'язку зі стрімким ростом цін на енергоносії для всіх категорій споживачів, підвищення енергоефективності виробництва, транспортування і споживання ПЕР всіма категоріями споживачів за рахунок широкого впровадження заходів з енергота ресурсозбереження є стратегічною лінією подальшого сталого соціально-економічного розвитку та добробуту населення області.

Для бюджетних установ та організацій до енергозберігаючих належать заходи, спрямовані на скорочення енергоспоживання, а саме:

- термомодернізація зовнішніх огорожувальних конструкцій (стін, вікон і дверей, горищ, підвалів);
- модернізація (заміна) систем опалення та гарячого водопостачання;
- переведення опалювальних систем на використання альтернативних чи місцевих видів палива;
- модернізація систем освітлення з використанням енергоощадних приладів освітлення;
- впровадження локального та індивідуального опалення, що виключає втрати в тепломережах.

З огляду на попередній досвід стосовно реалізації енергозберігаючих заходів в бюджетній сфері та з метою раціонального використання бюджетних коштів і уникнення майбутніх необґрунтованих витрат паливно-енергетичних ресурсів, в першу чергу, необхідно обов'язкове проведення енергетичних аудитів об'єктів енергоспоживання з визначенням потенціалу енергозбереження, енергетичного балансу будівель, обсягу робіт, розміру необхідних інвестицій, об'єктів та пріоритетних заходів з енергозбереження з

визначенням потенціалу економії енергоресурсів та розрахунком термінів їх окупності.

З метою заощадження електричної енергії бюджетними закладами необхідно провести обстеження системи обліку електроенергії, розробити раціональні заходи економії електроенергії та реальних лімітів на її споживання.

Концепція розвитку ЛЕС Спираючись на технологічний розвиток, в ЛЕС повинні відбутися наступні технологічні зміни, які відображено на рис. 4.6 та рис. 4.7.

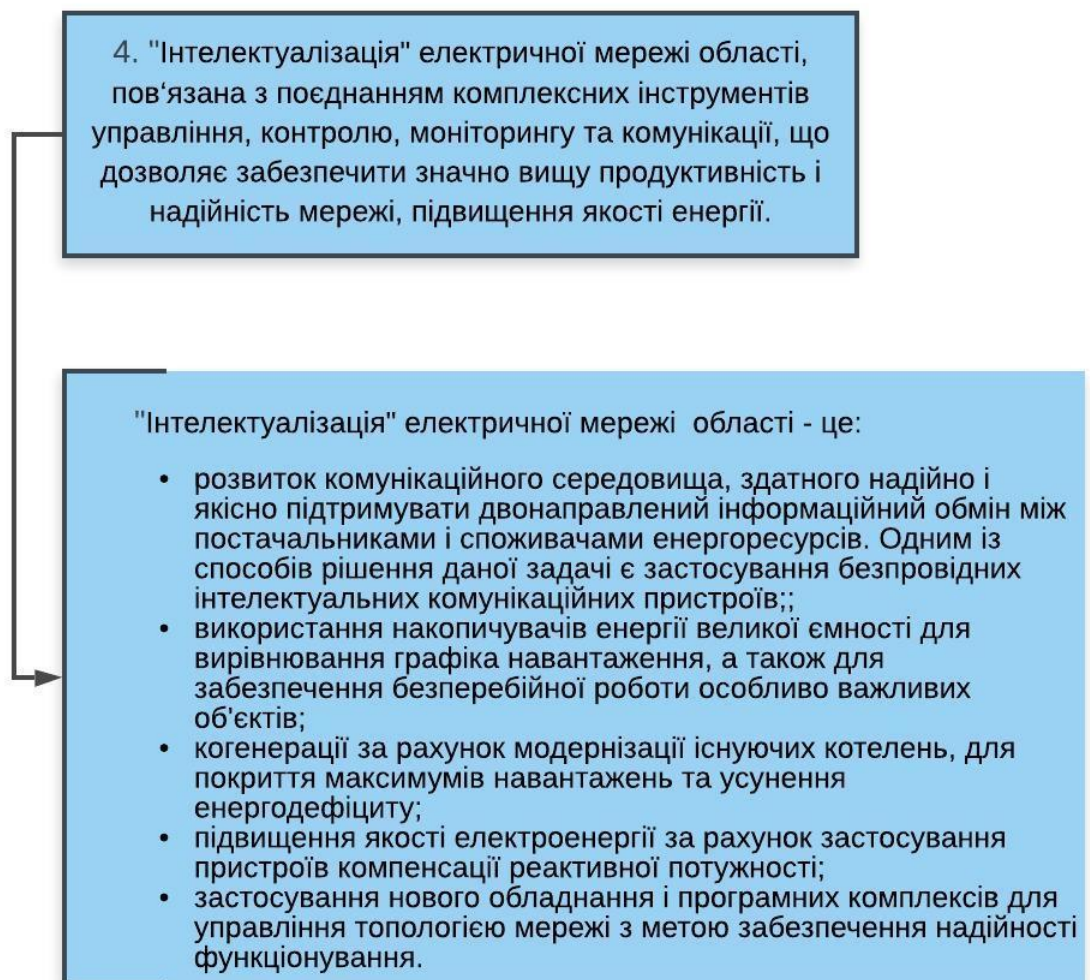


Рисунок 4.6 - Детальний опис інтелектуалізації мережі ЛЕС

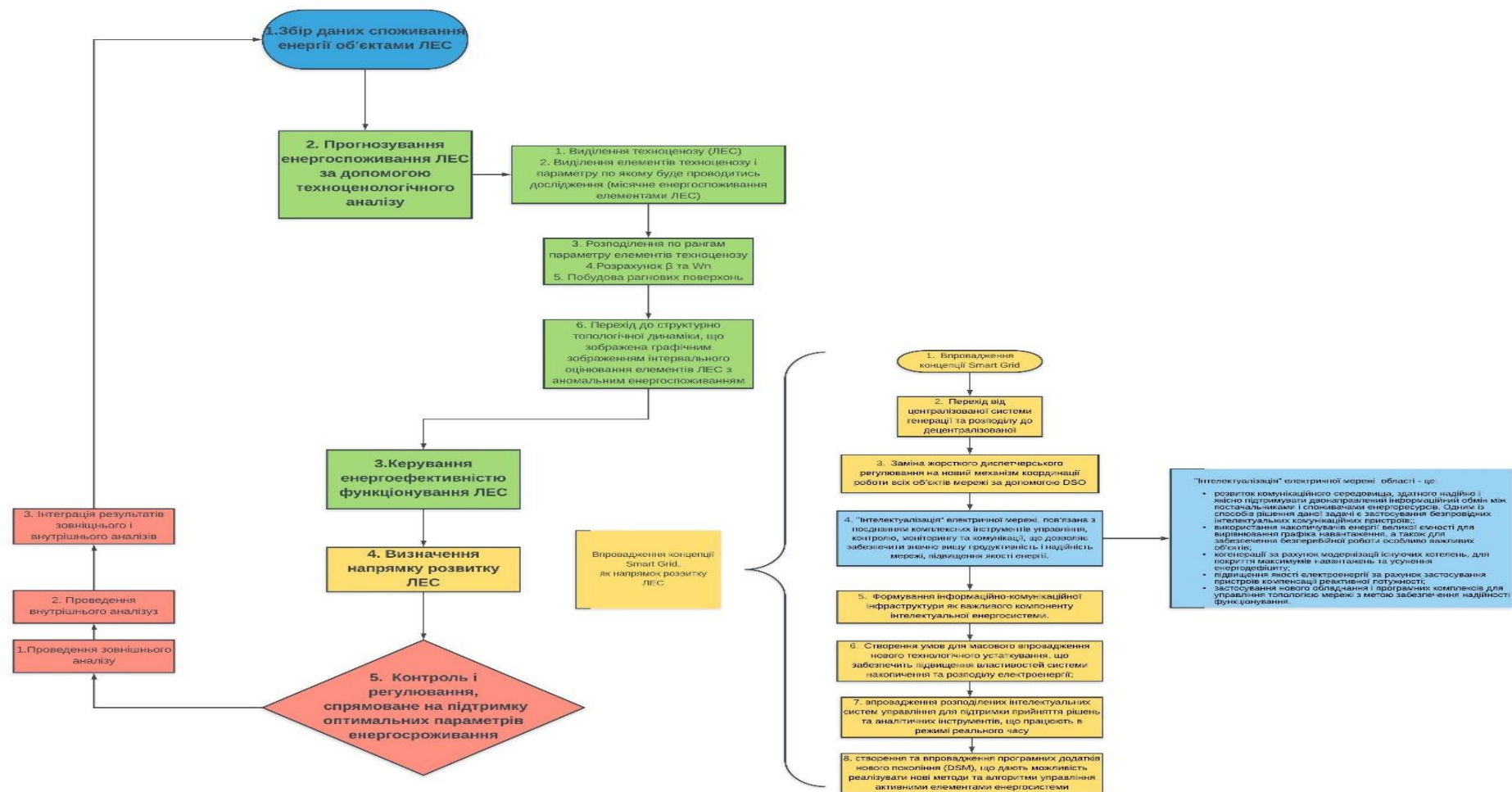


Рисунок 4.7 - Повна програма модернізації системи енергоспоживання на основі техноценологічного підходу для впровадження в обленерго

Висновок

1. За допомогою визначення методів прогнозування розвитку ЛЕС розроблено алгоритм прогнозування рівнів розвитку ЛЕС з врахуванням енергоекологічних критеріїв та соціальних вимог.

2. На основі алгоритму сформовано програму модернізації системи енергоспоживання. Наведено алгоритми впровадження напрямків розвитку ЛЕС за допомогою концепції Smart Grid.

3. Програму модернізації системи енергоспоживання адаптовано під реалізацію в обленерго. Проведено детальний опис інтелектуалізації мережі ЛЕС з точки зору обленерго.

ВИСНОВКИ

1. Проведено компоративний аналіз напрямків розвитку сучасних локальних, регіональних енергетичних систем та регіональних програм. Який дозволив визначити перспективи технологічного напрямку розвитку ЛЕС, прикладом якого є концепція Smart Grid. Перспективу впровадження DSO. Також, обрано техноценологічний метод для ефективності дослідження енергопостачання, енергоспоживання та планування розвитку ЛЕС.

2. Проведено аналіз напрямків розвитку ЛЕС зі сторони роботи зі споживачами, з точки зору зміни конфігурації та впровадження гнучкої генерації. Який дозволив визначити їх вплив на екологічний та соціальний фактори .

3. За допомогою техноценологічного методу було проведено прогнозування розвитку ЛЕС, а саме для 41 закладів освіти Солом'янського району міста Києва. Проведено аналіз аномальних зон з визначенням закладів, що туди потрапили. Запропоновано використання новітніх технологічних рішень для закладів, щодо розвитку ЛЕС. Та проведено оцінку потенціалу впровадження гнучкої генерації, що дозволяє планувати заходи, ставити цілі і способи їх досягнення.

4. Розроблено алгоритм прогнозування рівнів розвитку локальної енергетичної системи з врахуванням енергоекологічних критеріїв та соціальних вимог та сформовано програму модернізації системи енергоспоживання. Програму модернізації системи енергоспоживання адаптовано під реалізацію в обленерго.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Перелік основних нормативно-правових актів регулювання питань енергоефективності та енергозбереження [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=208607>.
2. Солоніцин О. Г. Локальні електроенергетичні системи з широким використанням поновлюваних джерел : дис. канд. техн. наук : 05.09.03 / Солоніцин Олександр Геннадійович – Владивосток, 2006. – 247 с
3. Єрмілов С.Ф., Гаєць В.М., Яценко Ю.П., Григоровський В.В. / Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку : Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності у 2008 році / [Ліп В.Е. та ін.]. – К. : НАЕР, 2009. – 93 с
4. Коровін Г.Б., Малишев Е.А. прогнозування розвитку регіональних енергетичних систем // Економіка регіону. 2011. № 2 (26). С. 184-188.
5. Про ринок електричної енергії: Закон України від 8 червня 2017 р. № 3674-VI // Відомості Верховної Ради України. – 2012. – № 14. – Ст. 87.
6. Романова О.В. Умови і фактори структурної модернізації регіональної промислової системи // Економіка регіону. 2011. № 2 (26). С. 40-49.
7. Грязев М. В. Основні напрямки розвитку регіональної електроенергетики // Вісті Тульського державного університету. Технічні науки. Тула: Вид-во ТулДУ, 2014. Вип. 8. С. 6-10.
8. Кутовий Г.П. Деякі підсумки вестернізації вітчизняної електроенергетики в пострадянський 20-річний період (закінчення) // Академія енергетики. 2014. №2 [58]. С. 14-18.
9. International Energy Agency. Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency. IEA / OECD, Paris, 2008.
10. Проект оновленої Енергетичної стратегії України на період до 2030 р. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – Режим доступу : <http://mpe.kmu.gov.ua>.

- 11.«Оновлена» Енергостратегія. Українська енергетика. 10.07.2012. – Режим доступу : <http://ua-energy.org/post/22010>.
- 12.План заходів на 2016-2018 рр. з реалізації Стратегії розвитку міста Києва до 2025 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://old.kyivcity.gov.ua/files/2016/12/2/Plan-Strategy-2025.pdf>.
- 13.Оновлення Енергетичної стратегії України на період до 2030 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/article?artid=222035>.
- 14.ПРОГРАМА енергозбереження (підвищення енергоефективності) Київської області на 2017 - 2020 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2017/04/Proekt_Programi_3149.pdf
- 15.Шматко С. Засоби вирішення проблем з впровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій // Енергоаудит. 2011. № 4(20). С. 4–6.
- 16.Проект Національного плану дій з відновлюваної енергетики. Урядовий портал. – Режим доступу : http://www.kmu.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=246415897&cat_id=244277212.
17. SMART GRID [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.oe.energy.gov/smartgrid.htm>.
- 18.10 Steps to Smart Grids [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.eurelectric.org.
- 19.Солоніцин О. Г. Локальні електроенергетичні системи з широким використанням поновлюваних джерел : дис. канд. техн. наук : 05.09.03 / Солоніцин Олександр Геннадійович – Владивосток, 2006. – 247 с.
- 20.Кудря О.С. Перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Розвиток вітроенергетики та сонячної енергетики: презентація / О.С. Кудря. – Режим доступу : ua-energy.org/upload/files/16{EIF_Kudria.ppt .
- 21.Мазурова О.В. Роль нових технологій в зниженні енергоємності промисловості // Промислова енергетика. 2011. № 11. С. 2–7.
- 22.SMART GRID [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oe.energy.gov/smartgrid.htm>.

- 23.Кобец, Б. Б. Smart Grid в електроенергетиці [Текст] / Б. Б. Кобец, І. О. Волкова //Енергетическая политика. – 2009. – № 6. – С. 54–56.
- 24.Проекту Спільного Впровадження «Модернізація системи розподільчих електромереж ПАТ «АЕС Кіївобленерго». [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.seia.gov.ua/seia/doccatalog/document?id=137441>.
- 25.ПАСПОРТ національної програми Російської Федерації «Енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності на період до 2020 року» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://docs.cntd.ru/document/432818115>
- 26.ПРОГРАМА в області енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності ВАТ «ЗЕК» на 2014 - 2019 рр. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=3774
27. ДЕРЖАВНА ПРОГРАМА МІСТА МОСКВИ «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В МІСТІ МОСКВА» НА 2012-2016 рр. І НА ПЕРСПЕКТИВУ ДО 2020 РОКУ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://docs.cntd.ru/document/537928809>
28. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” : постанова Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р
- 29.Биркович Т.І./Особливості формування енергетичних кластерів: зарубіжний та вітчизняний досвід [Електронний ресурс]/ Биркович Т.І. — Режим доступу: http://www.economy.in.ua/pdf/10_2012/28.pdf
- 30.Пудичева Г.О./Формування конкурентного середовища в енергетичному господарстві за допомогою кластерного підходу [Електронний ресурс]/ Пудичева Г.О – Режим доступу: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/bitstream/>
- 31.Романова О.В. Умови і фактори структурної модернізації регіональної промислової системи // Економіка регіону. 2011. № 2 (26). С. 40-49.
32. Малишев Е.А. Методи прогнозування та планування в енергетичній галузі // Соціально-економічні та загальні науки. // Вісник 2012. №6 (65). С. 178-181.

33. Основи математичної статистики: Навчальний посібник для ін-тів фіз. культ./Під ред. В. С. Іванова. М.: Фізкультура та спорт, 1990. 176 с.
34. Круглов В.В., Борисов В.В. 2002. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. М., Горячая линия-Телеком, 382.
35. Кудрін Б.І. Введення в технетіку. Томськ: ТГУ, 1993. 552 с.
36. Гнатюк В.І. Моделювання та оптимізація в електропостачанні військ. Вип. 4. Ценологічні дослідження. М.: Центр системних досліджень, 1997. 216 с.
37. Гнатюк В.І. Оптимальне побудова техноценоз. Теорія та практика. Вип. 9. ценологічні дослідження. М.: Центр системних досліджень, 1999. 272 с.
38. Гнатюк В.І. Закон оптимального побудови техноценоз. Вип. 29. Ценологічні дослідження. М.: Изд-во ТГУ - Центр системних досліджень, 2005. 384 с. <http://gnatukvi.ru/ind.html>.
39. Гнатюк В.І., Лагуткін О.Е. Рангові аналіз техноценоз. Калінінград: БНЦ РАПН -КВІ ФПС РФ, 2000. 86 с.
40. Гнатюк В.І., Северин О.Є. Рангові аналіз і енергозбереження. Калінінград: КВІ ФПС РФ, 2003. 120 с.
41. Гнатюк В.І. і ін. М.: Журнал «Електрика», 2003, №№ 2 - 6; 2004, № 7; 2005, № 2; 2006, №№ 1, 7, 12; 2007, №№ 2, 3, 7, 8, 11, 12; 2008, №№ 4, 8. Цикл статей, які розкривають досвід рішення завдань оптимального управління електроспоживання балансується.
42. Корн Г., Корн Т. Довідник з математики. М.: Наука, 1978. 832 с.
43. Makridakis, S. Forecasting: methods and applications. / S. Makridakis, S. Wheelwright, R. Hyndman. - N-Y.: John Wiley & Sons, 1998.. - 420 p.
44. Перова, М.Б. Прогнозування в регіональній електроенергетиці / М. Б. Перова, І.В. Булавін, В.М. Санько. - Вологда. НВЦ «Легія», 2001. - 73 с.
45. Щуцька, В. І Аналіз та прогнозування енергоспоживання в Мурманської області [Текст] / В. І. Щуцький, Н.М. Кузнецов, Е.А. Токарева, С.А. Фіщук // Промислова енергетика. - 1998. - № 10. - С. 5 - 9.

46. Ніфонов, І.М. Рангові оцінки електроспоживання промислових підприємств [Текст] / І. Н. Ніфонов, М.Г. Ошурков, О.Е. Лагуткін // Електрика. - 2003. - № 12. - С. 18 - 22.
47. Судного, В. В. Підвищення якості планування електроспоживання на основі статистичного аналізу [Текст] / В. В. судного, А.Е. Якимов // Електрика. - 1992. - № 5. - С.12 - 16. European Smart Grids Technology Platform. Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future [Text] / Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2006.
48. Дорофеев, В. В. Активно-адаптивная сеть – новое качество ЕЭС России [Текст] / В. В. Дорофеев, А. А. Макаров // Энергоэксперт. – 2009. – № 4 – С. 15.
49. Кучеров, Ю. Н. Развитие нормативного и методического обеспечения надежности сложных энергосистем и энергообъединений в условиях либерализованной энергетики [Текст] / Ю. Н. Кучеров, Ю. Г. Федоров // ЭЛЕКТРО. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. – 2010. – № 6. – С. 2–11.
50. Ледин, С. В. Концепция «электроэнергия – товар» как катализатор развития Smart Grid [Текст] / С. В. Ледин // Автоматизация в промышленности. – 2012. – № 4. – С. 4.
51. Толшаков, А. В. SMART GRID: развитие, практика, проблемы [Текст] / А. В. Толшаков // Энергонадзор. – 2014. – № 1. – С. 53. № 2. – С.54.
52. Smart Grids [Electronic resource] / Available at: <http://www.oe.energy.gov/smartrid.htm>
53. Ареф'єва О.В., Коренков О.В. Управління потенціалом розвитку підприємств: Монографія О.В. Ареф'єва, О.В. Коренков. – К.: ГРОТ, 2004. – 200 с.
54. Скрипко Т.О. Інноваційний менеджмент: підручник Т.О. Скрипко. – К.: Вид-во "Знання", 2011. – 423 с.

55. Харків П.С. Інноваційна діяльність підприємства та економічна оцінка інноваційних процесів П.С. Харків – Тернопіль: Вид-во "Економічна думка", 2003. – 326 с. 7. Іванілов О.С. Інноваційний потенціал підприємства О.С. Іванілов, О.М. Таряник Економіка, фінанси, право. – 2004. – № 12. – С. 5-7
56. Кобец Б. Б. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Б. Б. Кобец, И. О. Волкова. — М. : ИАЦ Энергия, 2010. — 208 с.
57. Трансформация энергосети [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.rsci.ru/sti/3754/227410.php>.
58. Кобец Б. Б. Smart Grid в электроэнергетике / Б. Б. Кобец, И. О. Волкова // Энергетическая политика. — 2009. — №6. — С. 54 — 56.
59. Кобец Б. Б. Smart Grid как концепция инновационного развития электроэнергетики за рубежом [Электронный ресурс] / Б. В. Кобец, И. О. Волкова, В. Р. О कोरोков. — Режим доступа : <http://www.transform.ru/articles/html/10it/it000018.article>.
60. Воропай Н. И. Интеллектуальные электроэнергетические системы: концепции, состояние, перспективы [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.transform.ru/articles/html/12reforma/ref00090.article>. 6. Дорофеев В. В. Активно-адаптивная сеть — новое качество ЭЭС России / В. В. Дорофеев, А. А. Макаров // Энергетическая политика. — 2009. — №4. — С. 28 — 34.
61. Калашников В. И. Перспективы развития интеллектуальных энергосистем / В. И. Калашников, А. В. Левшов, В. Ф. Сивокобыленко // Вестник национального технического университета „Харьковский политехнический институт”. — Вып. 28. — Харьков, 2010. — С. 30 — 31.
62. Каплун В. В. Smart Grid як інноваційна платформа розвитку електроенергетичних систем / В. В. Каплун, В. В. Козирський // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. — Мелітополь : ТДАТУ, 2011. — Вип. 11. — Т. 4. — С. 35 — 46.

63. Левшов А. В. Развитие научных исследований в области интеллектуальных энергосистем / А. В. Левшов // Наукові праці Донецького національного технічного університету.— Донецьк : ДНТУ, 2011 — № 11(186). — С. 241 — 245.
64. Дрокіна Н. Методи ситуаційного аналізу SWOT, SNW, PEST [Електронний ресурс] / Ніна Дрокіна. — 2015. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.slideshare.net/NinaDrokina/4-swot-snw-pest>.
65. Лір В. Е. Економічний механізм реалізації політики енергоефективності в Україні / Віктор Еріхович Лір, Уляна Євгенівна Письменна ; НАН України ; Ін-т екон. та прогноз. — К., 2010. — 208 с. 11. Grid 2030: A national version for electricity's second 100 years / Office of Electric Transmission and Distribution, United States Department of Energy. — July 2003. — 89 p.
66. Годенов И. С. Европейские технологические платформы / И. С. Годенов. — Томск : ЦМИНИ, 2011. — 72 с.
67. European Technology Platform for the Electricity Networks of the Future [Електронний ресурс]. — Режим доступа : [http:// www.smartgrids.eu/](http://www.smartgrids.eu/)
68. European Technology Platform on Smart Systems Integration. [Електронний ресурс]. — Режим доступа : <http://www.smart-systemintegration.org/>
69. Гольдштейн Г.Я. Инновационный менеджмент: Учебное пособие Г.Я. Гольдштейн. — Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. — 132 с.
70. Федонін О.С. Потенціал підприємства: формування та оцінка: Навчальний посібник О.С. Федонін, І.М. Рєпіна, О.І. Олексюк. — К. : КНЕУ, 2004. — 316 с.
71. Фатхутдинов Р.А. Инновационный менеджмент = Innovatory management: підручник для студентів вузів за фахом і напрямом «менеджмент» Р.А. Фатхутдинов. — М.: Бізнес-школа «Інтел-Синтез», 1998. — С. 324.

Додаток А

Таблиця А1 - загальна матриця рангів ДНЗ, споживання електричної енергії за 2015р

	Назва закладу	Значення рангів												Загалом за рік
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
1	ДНЗ №334	12	13	11	13	6	20	11	10	17	12	15	12	12
2	ДНЗ №398	7	4	5	5	7	7	7	2	9	5	3	2	4
3	ДНЗ №17	15	18	18	17	19	3	20	18	20	19	16	15	18
4	ДНЗ № 313	23	16	3	22	20	10	23	23	21	20	19	22	20
5	ДНЗ № 350	18	14	10	7	8	4	9	7	7	9	18	16	10
6	ДНЗ № 396	22	23	23	16	24	23	24	24	24	24	24	23	24
7	ДНЗ № 425	4	3	4	4	10	9	14	8	5	6	5	5	5
8	ДНЗ № 464	3	1	1	2	2	2	2	5	2	1	1	1	1
9	ДНЗ № 480	5	6	6	1	4	5	5	6	4	2	6	4	3
10	ДНЗ № 692	19	19	20	19	21	21	19	13	8	18	20	21	19
11	ДНЗ № 712	14	12	16	12	11	16	8	20	18	11	12	8	11
12	ДНЗ № 713	10	10	14	15	13	13	17	16	13	16	10	10	14
13	ДНЗ № 762	20	21	19	9	17	18	10	14	16	10	17	18	17
14	ДНЗ Сяйво	6	8	12	6	18	11	13	11	19	13	8	13	9
15	ДНЗ № 51	8	7	9	8	3	6	6	1	10	8	7	7	7
16	ДНЗ № 225	1	5	7	10	5	15	4	19	6	7	4	3	6
17	ДНЗ № 355	16	17	17	18	16	17	12	9	11	14	13	14	16
18	ДНЗ № 373	10	10	14	15	13	13	17	16	13	16	10	10	14
19	ДНЗ № 465	10	10	14	15	13	13	17	16	13	16	10	10	14
20	ДНЗ № 477	2	2	2	3	1	1	1	4	1	4	2	6	2
21	ДНЗ № 654	13	15	8	11	9	8	3	3	3	3	14	17	8
22	ДНЗ № 677	21	24	24	20	15	19	15	12	15	21	21	20	23
23	ДНЗ № 686	24	20	21	21	23	22	21	22	23	23	23	24	22
24	ДНЗ Відродження	17	22	22	24	22	24	22	21	22	22	22	19	21

Таблиця А2 - загальна матриця рангів ЗОСШ, споживання електричної енергії за 2015р

	Назва закладу	Значення рангів												Загалом за рік
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
1	ЗНЗ №229	1	3	1	1	1	1	2	4	17	1	2	1	1
2	ЗНЗ №324	8	7	7	5	3	7	4	8	14	3	6	7	5
3	СШ №7	15	15	15	13	15	14	16	15	4	14	15	14	15
4	СШ №43 «Грааль»	17	17	17	17	17	17	15	17	1	17	17	17	17
5	СШ №64	13	13	14	12	13	12	14	13	3	13	13	13	13
6	СШ №67	10	11	11	11	11	4	12	10	7	9	12	10	11
7	СШ №74	11	9	8	8	9	8	9	11	10	8	9	8	8
8	СШ №159	7	8	10	7	12	15	11	7	6	12	8	9	10
9	СШ №52	14	14	13	14	14	13	13	14	5	15	14	15	14
10	СШ №71	12	12	12	10	10	11	10	12	8	10	10	12	12
11	СШ №164	2,5	1,5	3,5	3,5	4,5	5,5	5,5	5,5	12,5	4,5	3,5	2,5	2,5
12	СШ №174	9	10	9	9	8	10	8	2	9	11	11	11	9
13	СШ №178	16	16	16	16	16	16	17	16	2	16	16	16	16
14	СШ №310	2,5	1,5	3,5	3,5	4,5	5,5	5,5	5,5	12,5	4,5	3,5	2,5	2,5
15	Політехнічний ліцей КПІ	6	6	6	6	7	9	7	9	11	6	1	5	6
16	ліцей «Престиж»	5	5	5	15	6	3	1	1	15	2	5	6	7
17	Технічний ліцей НТУУ «КПІ»	4	4	2	2	2	2	3	3	16	7	7	4	4

Таблиця А3 - загальна матриця рангів ДНЗ, споживання електричної енергії за 2016р

	Назва закладу	Нова Матриця рангів												
		Значення рангів												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом за рік
1	ДНЗ №334	11	8	9	8	8	8	13	17	10	5	8	5	7
2	ДНЗ №398	5	6	4	5	3	6	5	3	9	8	4	1	3
3	ДНЗ №17	17	19	18	19	18	19	17	5	3	7	18	19	17
4	ДНЗ № 313	22	20	21	21	21	20	21	21	22	20	19	20	21
5	ДНЗ № 350	20	14	7	10	6	4	11	6	19	19	16	18	19
6	ДНЗ № 396	24	24	24	24	24	24	23	23	24	24	24	24	24
7	ДНЗ № 425	7	3	6	6	9	10	14	10	8	13	7	7	6
8	ДНЗ № 464	1	1	1	2	1	1	3	7	4	2	1	3	1
9	ДНЗ № 480	4	5	5	1	5	5	7	9	6	6	6	6	4
10	ДНЗ № 692	19	15	20	20	19	21	16	19	20	21	17	17	18
11	ДНЗ № 712	14	9	16	17	7	16	19	18	7	16	13	13	14
12	ДНЗ № 713	9	11	11	13	11	13	9	14	13	11	11	10	10
13	ДНЗ № 762	16	16	14	15	15	15	15	16	17	17	15	16	16
14	ДНЗ Сяйво	12	13	15	16	14	18	4	2	21	15	14	15	15
15	ДНЗ № 51	6	7	8	9	4	9	12	1	2	4	5	8	5
16	ДНЗ № 225	2	2	2	7	17	3	20	20	15	14	3	2	8
17	ДНЗ № 355	13	17	13	3	16	11	6	4	11	9	9	14	12
18	ДНЗ № 373	9	11	11	13	11	13	9	14	13	11	11	10	10
19	ДНЗ № 465	9	11	11	13	11	13	9	14	13	11	11	10	10
20	ДНЗ № 477	3	4	3	4	2	2	1	12	5	3	2	4	2
21	ДНЗ № 654	15	18	17	11	13	7	2	8	1	1	20	12	13
22	ДНЗ № 677	21	21	22	18	20	17	18	11	16	18	21	21	20
23	ДНЗ № 686	23	22	23	22	23	22	22	22	23	22	22	22	22
24	ДНЗ Відродження	18	23	19	23	22	23	24	24	18	23	23	23	23

Таблиця А4- загальна матриця рангів ЗОСШ, споживання електричної енергії за 2016р

	Назва закладу	Нова Матриця рангів												
		Значення рангів												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом за рік
1	ЗНЗ №229	3	3	3	3	1	1	1	1	1	4	3	10	3
2	ЗНЗ №324	7	8	6	4	4	4	5	5	4	3	6	5	4
3	СШ №7	15	14	15	15	15	15	15	16	12	15	15	16	15
4	СШ №43 «Грааль»	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
5	СШ №64	14	11	14	14	14	13	13	13	14	14	13	14	13
6	СШ №67	11	10	12	12	12	9	10	11	9	12	11	11	11
7	СШ №74	10	9	8	10	8	8	9	10	6	9	8	7	8
8	СШ №159	8	7	9	8	9	12	11	8	11	11	9	9	9
9	СШ №52	12	15	11	13	13	14	12	15	15	13	14	13	14
10	СШ №71	13	13	13	11	10	11	14	12	13	10	10	12	12
11	СШ №164	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	3,5	3,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5
12	СШ №174	9	12	10	9	11	10	7	7	10	8	12	8	10
13	СШ №178	16	16	16	16	16	16	16	14	16	16	16	15	16
14	СШ №310	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	3,5	3,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5
15	Політехнічний ліцей КПІ	4	4	4	5	5	7	8	9	8	6	5	4	5
16	ліцей «Престиж»	5	6	5	6	6	5	6	6	5	5	4	3	6
17	Технічний ліцей НТУУ «КПІ»	6	5	7	7	7	6	2	2	7	7	7	6	7

Таблиця А5 - загальна матриця рангів ДНЗ, споживання електричної енергії за 2017р

	Назва закладу	Значення рангів												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом
1	ДНЗ №398	2	2	2	2	4	4	4	2	4	3	3	1	1
2	ДНЗ №17	18	11	18	17	15	16	15	13	22	7	10	17	15
3	ДНЗ № 313	1	1	1	1	1	1	1	1	20	16	9	14	4
4	ДНЗ № 350	14	10	9	11	9	6	17	16	6	18	15	9	12
5	ДНЗ № 396	24	24	23	23	21	22	9	24	21	23	19	24	24
6	ДНЗ № 425	23	22	22	24	24	24	23	9	9	9	21	23	21
7	ДНЗ № 464	4	4	4	4	2	2	2	15	3	4	2	5	3
8	ДНЗ № 480	9	7	8	8	10	8	14	8	2	2	4	8	7
9	ДНЗ № 692	5	5	5	5	6	7	5	4	7	6	17	2	5
10	ДНЗ № 712	16	17	16	15	11	14	18	19	18	15	16	18	16
11	ДНЗ № 713	17	18	17	18	19	19	12	21	16	20	14	15	18
12	ДНЗ № 762	15	16	15	16	18	17	16	20	17	17	18	16	17
13	ДНЗ Сяйво	10	12	14	10	17	15	13	17	15	12	12	12	14
14	ДНЗ № 51	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	2
15	ДНЗ № 225	20	19	20	20	20	21	22	22	19	22	20	19	19
16	ДНЗ № 334	7	8	6	6	7	9	8	7	8	5	13	6	8
17	ДНЗ № 355	11	15	13	12	14	11	10	5	13	11	11	13	13
18	ДНЗ № 373	12,5	13,5	11,5	13,5	12,5	12,5	6,5	10,5	11,5	13,5	6,5	10,5	10,5
19	ДНЗ № 465	12,5	13,5	11,5	13,5	12,5	12,5	6,5	10,5	11,5	13,5	6,5	10,5	10,5
20	ДНЗ № 477	6	6	7	7	5	5	11	6	5	8	5	7	6
21	ДНЗ № 654	8	9	10	9	8	10	20	18	14	10	8	4	9
22	ДНЗ № 677	19	21	19	19	16	18	19	12	10	21	24	20	22
23	ДНЗ № 686	21	20	21	21	22	20	21	23	24	19	22	21	20
24	ДНЗ Відродження	22	23	24	22	23	23	24	14	23	24	23	22	23

Таблиця А6 - загальна матриця рангів ЗОСШ, споживання електричної енергії за 2017р

	Нова Матриця рангів													
Назва закладу	Значення рангів													
	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом	
1	ЗНЗ №324	4	3	3	2	3	2	3	4	2	4	4	4	3
2	СШ №7	13	12	12	13	13	14	10	6	10	9	13	12	13
3	СШ №43 «Грааль»	16	17	16	16	16	16	16	14	16	16	16	16	16
4	СШ №64	14	15	15	15	15	13	15	15	15	15	15	15	15
5	СШ №67	11	11	8	9	9	8	9	12	4	6	7	7	8
6	СШ №74	7	10	7	10	12	9	11	13	13	11	8	8	9
7	СШ №159	8	13	11	11	11	12	13	10	11	12	12	11	12
8	СШ №52	15	14	14	14	14	15	14	17	14	14	14	14	14
9	СШ №71	12	9	13	8	10	11	12	11	9	10	9	10	11
10	СШ №164	2	2	2	3	2	3	4	3	3	3	2	2	2
11	СШ №174	10	8	10	12	8	10	6	8	8	13	11	13	10
12	СШ №178	17	16	17	17	17	17	17	16	17	17	17	17	17
13	СШ №310	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
14	СШ №324	9	7	9	7	7	5	7	7	6	8	10	9	7
15	Політехнічний ліцей КПІ	3	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	3	4
16	ліцей «Престиж»	5	4	4	4	4	7	8	9	12	2	3	5	5
17	Технічний ліцей НТУУ «КПІ»	6	6	6	6	6	4	1	2	7	7	6	6	6

Таблиця А7 - загальна матриця рангів ДНЗ, споживання теплової енергії за 2015р

	Назва закладу	Нова Матриця рангів												
		Значення рангів												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом
1	ДНЗ №334	16	17	15	14	17	21	22	9	15	1	11	10	11
2	ДНЗ №398	3	2	2	6	21	2	3,5	9	6	15	7	1	4
3	ДНЗ №17	20	21	20	20	20	20	10	9	12	21	20	21	20
4	ДНЗ № 313	23	20	21	21	24	24	16	23	22	22	21	22	22
5	ДНЗ № 350	24	24	24	24	1	1	3,5	9	24	24	22	24	24
6	ДНЗ № 396	22	23	23	22	23	23	24	24	23	23	23	23	23
7	ДНЗ № 425	6	3	5	5	2	4	13	19	10	6	8	5	5
8	ДНЗ № 464	1	1	1	2	4	11	20	22	19	4	1	2	1
9	ДНЗ № 480	5	4	3	3	7	9	17	21	2,5	7	2	4	3
10	ДНЗ № 692	14	10	14	16	13	5	18	20	16	20	19	11	15
11	ДНЗ № 712	9	7	9	17	8	7	3,5	9	5	10	12	9	9
12	ДНЗ № 713	12	14	11	10	15	16	8	9	8	13	14	14	13
13	ДНЗ № 762	2	6	4	1	3	3	3,5	18	21	9	3	3	2
14	ДНЗ Сяйво	15	11	16	13	10	13	12	9	20	19	16	16	16
15	ДНЗ № 51	18	19	18	19	19	22	23	9	17	17	9	12	19
16	ДНЗ № 225	10	12	13	12	6	19	21	9	14	5	4	8	10
17	ДНЗ № 355	19	18	19	18	12	18	14	9	11	16	17	17	18
18	ДНЗ № 373	12	14	11	10	15	16	8	9	8	13	14	14	13
19	ДНЗ № 465	12	14	11	10	15	16	8	9	8	13	14	14	13
20	ДНЗ № 477	4	5	6	4	18	10	11	9	2,5	2	6	19	6
21	ДНЗ № 654	8	9	8	8	9	6	3,5	9	2,5	3	10	6	8
22	ДНЗ № 677	17	16	17	15	11	8	3,5	9	2,5	11	18	18	17
23	ДНЗ № 686	7	8	7	7	5	14	15	9	13	8	5	7	7
24	ДНЗ Відродження	21	22	22	23	22	12	19	9	18	18	24	20	21

Таблиця А8 - загальна матриця рангів ЗОСШ, споживання теплової енергії за 2015р

	Назва закладу	Нова Матриця рангів												
		Значення рангів												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом
1	ЗНЗ №229	6	7	6	10	13	10	8,5	9	10	10	6	7	7
2	ЗНЗ №324	3	3	2	5	3	5	8,5	9	4	3	5	9	4
3	СШ №7	12	12	14	15	15	12	8,5	9	14	16	14	11	14
4	СШ №43 «Грааль»	17	16	16	17	17	11	8,5	9	16	17	17	17	17
5	СШ №64	10	10	11	7	9	5	8,5	9	13	9	13	10	10
6	СШ №67	15	14	8	1	7	5	8,5	9	15	14	15	14	13
7	СШ №74	9	6	9	9	12	5	8,5	9	4	13	8	5	9
8	СШ №159	11	13	13	12	6	5	8,5	9	11	15	12	12	12
9	СШ №52	13	11	12	13	10	13	8,5	9	8	4	10	13	11
10	СШ №71	14	15	15	14	16	17	17	9	9	6	11	15	15
11	СШ №164	4,5	4,5	3,5	2,5	3	5	8,5	9	4	7,5	1,5	2,5	1,5
12	СШ №174	8	8	7	11	11	14	8,5	9	12	2	4	8	6
13	СШ №178	16	17	17	16	3	5	8,5	9	4	12	16	16	16
14	СШ №310	4,5	4,5	3,5	2,5	3	5	8,5	9	4	7,5	1,5	2,5	1,5
15	Політехнічний ліцей КПІ	2	2	5	4	14	16	8,5	9	4	5	3	1	3
16	ліцей «Престиж»	1	1	1	6	8	15	8,5	9	17	11	7	4	5
17	Технічний ліцей НТУУ «КПІ»	7	9	10	8	3	5	8,5	9	4	1	9	6	8

Таблиця А9 - загальна матриця рангів ДНЗ, споживання теплової енергії за 2016р

	Назва закладу	Значення рангів												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом
1	ДНЗ №334	11	11	12	9	8	22	22	22	21	11	8	5	11
2	ДНЗ №398	2	2	3	1	3	3	5	5,5	5	14	7	1	2
3	ДНЗ №17	20	20	24	22	11	15	5	5,5	2,5	20	16	20	23
4	ДНЗ № 313	22	21	21	12	23	24	5	23	22	23	22	22	21
5	ДНЗ № 350	24	24	23	24	1	3	5	5,5	24	24	24	24	24
6	ДНЗ № 396	23	23	22	23	24	3	24	24	23	21	23	23	22
7	ДНЗ № 425	8	3	6	5	17	12	18	11	8	3	6	6	6
8	ДНЗ № 464	1	1	1	3	18	3	23	21	19	2	3	2	1
9	ДНЗ № 480	5	7	2	2	21	20	10	13	6	4	5	4	4
10	ДНЗ № 692	19	13	11	20	20	21	15	18	9	8	17	16	17
11	ДНЗ № 712	9	8	10	4	9	8	19	14	11	9	10	9	10
12	ДНЗ № 713	14	16	15	18	15	17	5	5,5	13	16	14	12	14
13	ДНЗ № 762	10	10	8	6	5	7	12	20	7	5	11	8	9
14	ДНЗ Сяйво	18	12	19	15	22	6	5	16	20	12	19	15	18
15	ДНЗ № 51	12	14	13	16	13	23	20	5,5	2,5	19	18	14	16
16	ДНЗ № 225	6	9	9	8	4	9	21	19	16	10	9	7	8
17	ДНЗ № 355	16	18	18	14	2	14	13	5,5	2,5	13	12	10	12
18	ДНЗ № 373	14	16	15	18	15	17	5	5,5	13	16	14	12	14
19	ДНЗ № 465	14	16	15	18	15	17	5	5,5	13	16	14	12	14
20	ДНЗ № 477	3	4	4	7	10	13	16	15	10	6	4	3	3
21	ДНЗ № 654	7	5	5	11	6	11	11	5,5	2,5	1	1	18	5
22	ДНЗ № 677	17	19	17	13	12	10	17	17	15	22	20	21	19
23	ДНЗ № 686	4	6	7	10	7	19	14	5,5	17	7	2	17	7
24	ДНЗ Відродження	21	22	20	21	19	3	5	12	18	18	21	19	20

Таблиця А10 - загальна матриця рангів ЗОСШ, споживання теплової енергії за 2016р

	Назва закладу	Нова Матриця рангів												
		Значення рангів												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом
1	ЗНЗ №229	5	5	5	4	13	5	7,5	8	10	6	4	6	5
2	ЗНЗ №324	7	8	11	6	4,5	5	7,5	8	7	10	7	7	7
3	СШ №7	11	7	9	12	10	10	7,5	8	9	7	14	15	11
4	СШ №43 «Грааль»	17	17	17	17	17	16	7,5	8	16	17	17	17	17
5	СШ №64	12	11	10	14	14	5	7,5	8	15	12	12	11	12
6	СШ №67	16	15	15	11	11	11	7,5	8	8	1	13	14	15
7	СШ №74	10	9	8	7	4,5	5	17	17	14	13	9	10	10
8	СШ №159	14	13	14	13	9	15	16	16	11	5	15	12	14
9	СШ №52	8	12	12	3	4,5	12	7,5	8	13	9	8	8	9
10	СШ №71	13	14	13	10	15	14	15	8	12	15	10	13	13
11	СШ №164	2,5	1,5	3,5	8,5	4,5	5	7,5	8	3,5	3,5	1,5	1,5	1,5
12	СШ №174	6	6	6	5	12	13	7,5	8	3,5	8	6	5	6
13	СШ №178	15	16	16	16	4,5	5	7,5	8	3,5	16	16	16	16
14	СШ №310	2,5	1,5	3,5	8,5	4,5	5	7,5	8	3,5	3,5	1,5	1,5	1,5
15	Політехнічний ліцей КПІ	4	4	1	1	16	17	7,5	8	3,5	2	3	3	3
16	ліцей «Престиж»	1	3	2	2	4,5	5	7,5	8	17	14	5	4	4
17	Технічний ліцей НТУУ «КПІ»	9	10	7	15	4,5	5	7,5	8	3,5	11	11	9	8

Таблиця А11 - загальна матриця рангів ДНЗ, споживання теплової енергії за 2017р

	Назва закладу	Нова Матриця рангів												
		Значення рангів												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом
1	ДНЗ №334	11	10	15	12	15	15	23	24	20	10	12	14	15
2	ДНЗ №398	6	6	5	2	5	6	6	5,5	11	16	8	8	6
3	ДНЗ №17	19	4	6	11	12	19	21	19	14	18	14	12	12
4	ДНЗ № 313	23	21	21	23	24	24	24	23	24	8	21	20	22
5	ДНЗ № 350	24	24	24	24	1	3	6	5,5	23	24	24	24	24
6	ДНЗ № 396	22	23	23	21	23	23	6	5,5	3,5	17	22	22	23
7	ДНЗ № 425	7	11	9	3	7	9	6	5,5	3,5	1	3	2	5
8	ДНЗ № 464	1	1	1	1	10	12	6	5,5	3,5	4	2	1	1
9	ДНЗ № 480	3	5	4	4	16	18	12	12	7	3	4	5	4
10	ДНЗ № 692	13	19	14	10	6	17	19	5,5	3,5	7	11	9	10
11	ДНЗ № 712	9	13	8	19	9	13	20	11	13	2	9	7	7
12	ДНЗ № 713	16	8	11	15	19	21	17	15	16	20	18	17	17
13	ДНЗ № 762	10	16	19	8	14	8	6	5,5	18	5	6	3	8
14	ДНЗ Сяйво	8	12	20	13	21	14	6	17	22	11	16	11	14
15	ДНЗ № 51	18	17	13	9	8	7	15	5,5	12	12	10	13	11
16	ДНЗ № 225	12	14	17	17	17	11	6	21	8	14	13	10	13
17	ДНЗ № 355	20	18	16	20	3	3	13	5,5	3,5	22	15	15	20
18	ДНЗ № 373	16	8	11	15	19	21	17	15	16	20	18	17	17
19	ДНЗ № 465	16	8	11	15	19	21	17	15	16	20	18	17	17
20	ДНЗ № 477	4	3	3	7	4	10	22	13	9	9	7	6	3
21	ДНЗ № 654	2	2	2	5	2	3	6	18	3,5	6	5	4	2
22	ДНЗ № 677	14	15	18	18	11	3	6	20	10	15	20	19	19
23	ДНЗ № 686	5	20	7	6	13	16	6	5,5	21	13	1	21	9
24	ДНЗ Відродження	21	22	22	22	22	3	14	22	19	23	23	23	21

Таблиця А12 - загальна матриця рангів ЗОСШ, споживання теплової енергії за 2017

	Назва закладу	Нова Матриця рангів												
		Значення рангів												
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Загалом
1	ЗНЗ №229	5	3	6	6	11	5,5	14	16	9	13	9	6	6
2	ЗНЗ №324	7	5	8	8	3	5,5	7	8	7	10	10	8	7
3	СШ №7	13	15	12	10	10	13	15	8	17	1	7	10	13
4	СШ №43 «Грааль»	17	17	17	17	17	17	16	8	16	4	16	16	17
5	СШ №64	9	11	9	11	13	5,5	7	8	12	3	8	9	9
6	СШ №67	15	14	15	5	9	11	7	8	8	6	14	13	14
7	СШ №74	8	9	10	9	8	5,5	7	8	10	5	5	7	8
8	СШ №159	12	12	14	12	6	5,5	7	8	11	2	11	12	11
9	СШ №52	10	10	11	14	16	14	7	8	13	14	13	14	12
10	СШ №71	14	13	13	13	14	15	17	17	14	16	15	15	15
11	СШ №164	1,5	6,5	2,5	2,5	3	5,5	7	8	3,5	8,5	3,5	2,5	2,5
12	СШ №174	6	4	5	7	7	5,5	7	8	3,5	12	6	5	5
13	СШ №178	16	16	16	16	3	5,5	7	8	3,5	17	17	17	16
14	СШ №310	1,5	6,5	2,5	2,5	3	5,5	7	8	3,5	8,5	3,5	2,5	2,5
15	Політехнічний ліцей КПІ	4	2	1	1	15	16	7	8	3,5	7	1	1	1
16	ліцей «Престиж»	3	1	4	4	12	12	7	8	15	11	2	4	4
17	Технічний ліцей НТУУ «КПІ»	11	8	7	15	3	5,5	7	8	3,5	15	12	11	10

Додаток Б

